



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль/специализация) программы
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

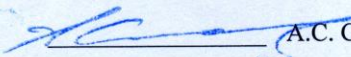


Н.А. Феокистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

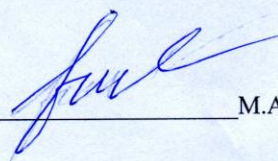
профессор кафедры кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук



Е.В. Петроченко

Рецензент:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук



М.А. Шекшеев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теория термической обработки» является ознакомление обучающихся с общими вопросами формирования структуры и свойств в различных изделиях из металлов и сплавов и формирование у обучающихся следующих компетенций:

- готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

- способность использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о техно-логической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов с элементами экономического анализа.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория термической обработки входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория строения материалов

Материаловедение

Технология получения изделий в машиностроении

Математика

Физика

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Выбор материалов и технологий термообработки в машиностроении

Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

Стали и сплавы с особыми химическими и физическими свойствами

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Экспертиза дефектообразования в сквозной технологии

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория термической обработки» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен назначать вид и режим термической или химико-термической обработки в рамках технологического процесса в области материаловедения и технологии материалов в машиностроении
ПК-4.1	Выбирает способ термической или химико-термической обработки

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 168,8 акад. часов;
- аудиторная – 160 акад. часов;
- внеаудиторная – 8,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 119,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классификация видов термической обработки.								
1.1 Закономерности фазовых и структурных превращений при термической обработке, ее влияние на свойства металлов и сплавов. Связь термической обработки с диаграммами состояния. Прогнозирование возможностей термической обработки на основе диаграмм фазового равновесия. Распределение легирующих элементов в стали.	5	4	4	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	2	6			
2. Процессы, протекающие при нагреве стали.								
2.1 Механизм и кинетика образования аустенита. Превращение перлита в аустенит и основные этапы процесса. Влияние карбидообразующих и не карбидообразующих элементов на кинетику образования аустенита. Особенности формирования структуры при скоростных методах нагрева (лазером, плазмой, ТВЧ, ТПЧ).	5	4	4	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	2	6			

3. Факторы влияющие на рост зерна аустенита.								
3.1 Начальное, действительное и наследственное зерно аустенита. Рост зерна аустенита. Зерно аустенита и методы его контроля. Перегрев и пережог стали. Влияние легирующих элементов на превращения аустенита и рост зерна аустенита. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов	5	4	4	2	1	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	2	1			
4. Процессы, протекающие при охлаждении стали. Диаграммы изотермического превращения аустенита.								
4.1 Характер и свойства структур, получаемых из аустенита при различных степенях переохлаждения. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.	5	6	6	4	1	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		6	6	4	1			
5. Диффузионный распад аустенита, его механизм и типы получаемых структур.								
5.1 Особенности распада аустенита в до- и заэвтектоидных сталях. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.	5	4	4	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	2	6			
6. Мартенситное превращение переохлажденного аустенита и его закономерности, характер и свойства получаемых структур.								
6.1 Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из	5	4	4	4	12	Проработка лекционного материала; подготовка к	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1

них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.						лабораторным и практическим занятиям.		
Итого по разделу		4	4	4	12			
7. Промежуточное превращение и его особенности.								
7.1 Механизм превращения, его характер и свойства бейнитных структур. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.	5	4	4		12	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4		12			
8. Особенности распада аустенита при непрерывном охлаждении.								
8.1 Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.	5	3	3	2	3	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		3	3	2	3			
9. Влияние углерода и легирующих элементов на распад аустенита.								
9.1 Разновидности изотермических и термокинетических диаграмм. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них. Качество, стандартизация и сертификация изделий и процессов.	5	3	3		3,2	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Подготовка к экзамену.	Защита лабораторных и практических работ. Экзамен.	ПК-4.1
Итого по разделу		3	3		3,2			
Итого за семестр		36	36	18	50,2		экзамен	
10. Сопоставление превращений переохлажденного аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении.								
10.1 Методы получения результатов в	6	2	4	2		Проработка лекционного	Защита лабораторных и	ПК-4.1

теоретических и экспериментальных исследованиях. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.						материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	практических работ.	
Итого по разделу		2	4	2				
11. Превращения при нагреве сталей с мартенситной структурой. Превращения при нагреве сталей с бейнитной структурой.								
11.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	2	2		2	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		2	2		2			
12. Превращения в аустенитном состоянии. Термическое и деформационное старение.								
12.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	2	2		12	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		2	2		12			
13. Отжиг 1-го и 2-го рода.								
13.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	4	4	1	18,5	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	1	18,5			
14. Закалка. Отпуск								

закаленной стали.								
14.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	4	4	1	14	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		4	4	1	14			
15. Термическая обработка стали с применением скоростных методов нагрева.								
15.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	5	3	6	12	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		5	3	6	12			
16. Химико-термическая обработка.								
16.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов. Выбора материалов для заданных условий эксплуатации.	6	6	6	4	11,1	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторных и практических работ.	ПК-4.1
Итого по разделу		6	6	4	11,1			
17. Термомеханическая обработка стали. Специальные виды обработки.								
17.1 Методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями. Оценка качества материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний.	6	3	3			Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Подготовка к экзамену.	Защита лабораторных и практических работ. Экзамен.	ПК-4.1
Итого по разделу		3	3					

Итого за семестр	28	28	14	69,6		экзамен,кр	
Итого по дисциплине	64	64	32	119,8		экзамен, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении лабораторных занятий используются работа в команде и обсуждение полученных результатов.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к лабораторным занятиям, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

В процессе преподавания дисциплины предусматривается:

- проведение лекционных занятий в традиционной форме с использованием демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации;
- использование в темах лекций материалов, стимулирующих познавательную активность слушателей;
- закрепление лекционного материала на практических занятиях, на которых выполняются групповые или индивидуальные занятия по пройденным темам;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, работа в команде и т.п.

На первом занятии следует детально рассказать о образовательных целях и задачах изучения дисциплины. Следует представить структуру курса и программу его изучения с указанием первоисточников. Поэтапно описать способы достижения заданных результатов-целей. Дать информацию об объеме практических занятий и творческого задания, об условиях сдачи экзамена.

На занятии студенты работают по индивидуальным заданиям с последующим групповым анализом полученных результатов в традиционной форме (коллективное взаимодействие по технологии активного обучения).

Поскольку занятия проводят высококлассные преподаватели достижение необходимых результатов усвоения программы гарантировано (при условии ответственного отношения студента к изучению предмета).

Воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя гарантируется правильно составленной программой дисциплины.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Новиков, И. И. Металловедение : учебник / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной ; под редакцией В. С. Золоторевского. — 2-е изд., испр. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Том 1 : Основы металловедения — 2014. — 496 с. — ISBN 978-5-87623-191-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117185> (дата обращения: 11.03.2026). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Поздняков, А. В. Теория термической обработки металлов и сплавов : лабораторный практикум / А. В. Поздняков, М. Г. Хомутов, А. Н. Солонин. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 76 с. - ISBN 978-5-87623-774-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245284> (дата обращения: 11.03.2026). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06770-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434496> (дата обращения: 11.03.2026).

2. Горохов, В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2.: учебник / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2014. - 533 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009532-5. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/446098> (дата обращения: 11.03.2026)

в) Методические указания:

1. Поздняков, А.В. Теория термической обработки металлов и сплавов. Лабораторный практикум: учебное пособие / А.В. Поздняков, М.Г. Хомутов, А.Н. Солонин. — Москва : МИСИС, 2014. — 76 с. — ISBN 978-5-87623-774-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117207> (дата обращения: 11.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Закалка стали. Петроченко Е.В., Молочкова О.С., Нефедьев С.П. Магнитогорск, МГТУ, 2016г

3. Структура и свойства углеродистой стали после отжига и нормализации. Шипакина М.В., Петроченко Е.В. Магнитогорск, МГТУ, 2016г

4. Отпуск углеродистой и легированной стали. Петроченко Е.В., Молочкова О.С. Магнитогорск, МГТУ, 2013г

5. Завалищин А.Н., Штрemt Н.С., Шекунов Е.В. «Термическая обработка крепежа на ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ»»: Метод. указ. по провед. производ. практи.- Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2014.- 36с.

6. Расчёт параметров газовой цементации легированной стали. Электронная версия про-граммы расчета процесса цементации на ЭВМ, 2015 г.

7. Приготовление синтетических закалочных сред и контроль их концентрации и Штрemt М.С., Чукин В.В. Магнитогорск, МГТУ, 2013 г.

8. Изучение коллекции шлифов, подвергнутых поверхностной упрочняющей обработке. Чукин В.В., Петроченко Е.В. Магнитогорск, МГТУ, 2013г.

9. Изучение структуры стальных отливок. К.Н. Вдовин, Е.В. Синицкий, Н.А. Феоктистов. Магнитогорск, МГТУ, 2016г.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
- техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
- специализированной мебелью.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических занятий оснащена лабораторным оборудованием:

- оборудование для приготовления шлифов (отрезные, шлифовальные и полировальные круги; оборудование для травления шлифов);
- машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание;
- мерительный инструмент;
- приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла;
- микротвердомер;
- печи термические;
- микроскопы МИМ-6, МИМ-7;
- компьютерная система анализа изображений «Thixomet Pro»
- коллекции микро- и макрошлифов углеродистых и легированных сталей и сплавов;
- альбомы микроструктур;
- специализированной мебелью.

3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
- инструментами для ремонта учебного оборудования;
- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Теория термической обработки» предусмотрено выполнение расчетно-графических (курсовых, практических) и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Методические указания по подготовке к тестированию

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Пример тестового задания

Выберите один правильный ответ.

1. Как зависит прокаливаемость стали от интенсивности охлаждения при закалке?
 - А) чем интенсивнее охлаждение, тем меньше прокаливаемость
 - В) чем интенсивнее охлаждение, тем больше прокаливаемость
 - С) прокаливаемость не зависит от интенсивности охлаждения
2. Какова последовательность процессов при химико-термической обработке?
 - А) диффузия – образование активных атомов на поверхности металла - адсорбция
 - В) образование активных атомов на поверхности металла – адсорбция – диффузия
 - С) образование активных атомов на поверхности металла – диффузия – адсорбция
 - Д) адсорбция – диффузия - образование активных атомов на поверхности металла

Семестр 5:

Вопросы для устного опроса:

1. Дать определение понятия термическая обработка. Указать ее роль.
2. Классификация видов термической обработки. Привести общую характеристику технологических процессов термической обработки стали.
3. Дать характеристику критических точек стали.
4. Закономерности фазовых превращений при термической обработке.
5. Закономерности структурных превращений при термической обработке.
6. Связь термической обработки с диаграммами состояния.
7. Процессы, протекающие при нагреве стали.
8. Превращение перлита в аустенит?
9. Что такое фазовая перекристаллизация?
10. Что такое наследственное зерно? Действительное зерно?
11. Влияние размера зерна на свойства стали?
12. Что собой представляет диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита?
13. Какой аустенит называют переохлажденным?

14. Назовите температурные области превращения переохлажденного аустенита.
15. Каков механизм перлитного превращения?
16. Что общего имеют структуры перлит, сорбит и троостит? Что их отличает друг от друга?
17. Каков механизм и особенности мартенситного превращения?
18. Что представляет собой мартенсит в углеродистой стали?
19. Что называют критической скоростью закалки?
20. Каков механизм бейнитного превращения?
21. Какие структуры образуются при бейнитном превращении? Чем они различаются? Каковы их свойства?
22. Как легирующие элементы влияют на устойчивость переохлажденного аустенита?
23. Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита.

Вопросы к аттестации (экзамену):

1. Общие положения ГО. Классификация видов термической обработки.
2. Термическая обработка и диаграмма состояния.
3. Основные превращения в стали при нагреве и охлаждении. Механизмы фазовых превращений, протекающих в сплавах в твердом состоянии.
4. Легирующие элементы в стали (взаимодействие ЛЭ с железом и между собой; взаимодействие ЛЭ с углеродом; влияние ЛЭ на критические точки стали, равновесные составы фаз). Диффузия в легированных сталях (самодиффузия железа, углерода ЛЭ; влияние ДКС на диффузию).
5. Процессы, протекающие при нагреве стали с ФКС:
 - 5.1. Процессы, протекающие при нагреве стали с ФКС до т. А₁.
 - 5.2. Образование аустенита при нагреве (закономерности образования аустенита в эвтектоидных, до- и заэвтектоидных сталях; стадии образования аустенита, влияние различных факторов на образование аустенита (исходная структура, температура, %С); кинетика превращения (изотермические и термокинетические диаграммы образования аустенита); влияние ЛЭ на образование аустенита; механизмы образования аустенита.
6. Рост аустенитного зерна.
7. Превращение А_{переохл} в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении
 - 7.1. Диаграммы изотермических превращений А_{переохл}
 - 7.2. Диаграммы превращений аустенита при непрерывном охлаждении
 - 7.3. Сопоставление превращений А_{переохл} в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении

Семестр 6:

Вопросы для устного опроса

1. Классификация видов термической обработки
2. Цель отжига первого рода. Виды отжига первого рода
3. Отжиг второго рода. Свойства сталей с ФКС
4. Свойства феррита и цементита. Факторы влияющие на свойства феррита
5. Свойства перлита. Влияние структурных параметров (межпластинчатое расстояние, размер перлитных колоний, аустенитное зерно) на свойства пластинчатого перлита. Сравнительный анализ свойств пластинчатого и зернистого перлита.
6. Свойства ферритно-перлитной структуры. Факторы, влияющие на свойства ферритно-перлитной структуры (содержание углерода и легирующих элементов, объемные доли Ф и Ппл, размер зерна Ф, дисперсность перлита, морфология структурных составляющих).
7. Технологические свойства (обработка резанием, ХОД).
8. Виды и режимы отжига второго рода (полный, неполный, низкотемпературный, нормализация, патентирование, сфероидизирующий отжиг, противотроостенная термическая обработка).

9. Цель закалки, условия получения мартенсита в стали, структура закаленной стали, упрочнение стали при проведении закалки, закаливаемость и прокаливаемость, внутренние напряжения)
10. Свойства сталей, закаленных на мартенсит:
11. Прокаливаемость сталей. Сквозная и неполная прокаливаемость. Пути увеличения прокаливаемости (факторы, влияющие на прокаливаемость). Стали с перлитной и бейнитной прокаливаемостью. Характеристики прокаливаемости и методы их оценки.
12. Условия проведения закалки. Нагрев под закалку (скорость и способы нагрева, объемная и поверхностная закалка). Температура нагрева под закалку углеродистых и легированных сталей. Охлаждение при закалке (задачи охлаждения при закалке, скорость охлаждения вохл и факторы, влияющие на вохл, группы охлаждающих сред, охлаждающая способность сред, виды охлаждающих сред (вода, масло, соли, щелочи и др.)
13. Закалочные напряжения. Временные и остаточные напряжения, возникающие при закалке. Термические и структурные закалочные напряжения. Причины возникновения закалочных напряжений.
14. Способы закалки
15. Отпуск.
16. Влияние ЛЭ на изменение механических свойств при отпуске. Вторичное твердение. Вторичная закалка
17. Хрупкость закаленных сталей при отпуске.
18. Термическая обработка стали с применением скоростных методов нагрева. Способы нагрева, методы подвода энергии, поверхностная закалка, скорость нагрева. Особенности формирования структуры при скоростных нагревах. Закалка стали после быстрого нагрева. Кратковременный отпуск закаленной стали. Виды скоростного нагрева.
19. Химико-термическая обработка стали. Общие сведения (определения, виды ХТО, процессы при ХТО)
20. Цементация. Виды цементации. Влияние ЛЭ на цементацию. Цементируемые стали. ТО цементированных изделий.
21. Азотирование (определения и цели азотирования, фазы в диффузионной зоне, низко- и высокотемпературное азотирование, твердость азотированного слоя, толщина и содержание азота в азотированном слое). Строение и свойства азотированного слоя. Азотируемые стали. Способы азотирования.
22. Нитроцементация, цианирование, карбонитрация
23. Диффузионная металлизация. Способы диффузионного легирования
24. Термомеханическая обработка стали.
25. Группы и схемы ТМО (ВТМО. НТМО. ТМО с деформацией во время превращения. ТМО с деформацией мартенсита. Контролируемая прокатка)

Темы курсовой работы:

1. Объемно-поверхностная закалка
2. Термическая стабилизация аустенита
3. Электронно-лучевая закалка
4. Структурная наследственность
5. Влияние магнитного поля и пластической деформации на мартенситное превращение
6. Видманштеттова структура и механизм ее образования
7. Термическая обработка стали с получением бейнитных структур
8. Закалка стали в магнитном поле
9. Упрочнение фазовым наклепом
10. Закалка без полиморфного превращения
11. Сверхпластичность при фазовых превращениях
12. Превращение в аустенитном состоянии. Образование камневидного излома
13. Упрочнение сталей с образованием мартенсита деформации
14. Термоциклическая обработка. Процессы, происходящие при ТЦО, их влияние на структуру и свойства стали

15. Эффект памяти формы в сплавах
16. Термическое старение
17. Динамический возврат и динамическая рекристаллизация
18. Противофлоккенная термическая обработка
19. Деформационное старение
20. Кристаллогеометрия мартенситного превращения
21. Диаграммы превращений аустенита при непрерывном охлаждении (термокинетические диаграммы; ССТ-диаграммы)
22. Термическое старение

Вопросы к аттестации (экзамену):

1. Классификация видов термической обработки
2. Цель отжига первого рода. Диффузионный (гомогенизационный) отжиг. Рекристаллизационный отжиг. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений.
3. Отжиг второго рода. Виды и режимы отжига второго рода (полный, неполный, низкотемпературный, нормализация, патентирование, сфероидизирующий отжиг, противофлоккенная термическая обработка).
4. Цель закалки, условия получения мартенсита в стали, структура закаленной стали, упрочнение стали при проведении закалки, закаливаемость и прокаливаемость, внутренние напряжения).
5. Свойства сталей, закаленных на мартенсит:
6. Прокаливаемость сталей. Сквозная и неполная прокаливаемость. Пути увеличения прокаливаемости (факторы, влияющие на прокаливаемость). Стали с перлитной и бейнитной прокаливаемостью. Характеристики прокаливаемости и методы их оценки.
7. Условия проведения закалки. Нагрев под закалку (скорость и способы нагрева, объемная и поверхностная закалка). Температура нагрева под закалку углеродистых и легированных сталей. Охлаждение при закалке (задачи охлаждения при закалке, скорость охлаждения вохл и факторы, влияющие на вохл, группы охлаждающих сред, охлаждающая способность сред, виды охлаждающих сред (вода, масло, соли, щелочи и др.)
8. Закалочные напряжения. Временные и остаточные напряжения, возникающие при закалке. Термические и структурные закалочные напряжения. Причины возникновения закалочных напряжений.
9. Способы закалки.
10. Отпуск. Изменение свойств при отпуске углеродистой и легированной стали
11. Влияние ЛЭ на изменение механических свойств при отпуске. Вторичное твердение. Вторичная закалка
12. Хрупкость закаленных сталей при отпуске. Необратимая отпускная хрупкость. Обратимая отпускная хрупкость. Хрупкость, вызванная вторичным твердением
13. Факторы, влияющие на интеркристаллитное охрупчивание (влияние примесей, легирующих элементов, карбидов, прочности)
- 14.. Термическая обработка стали с применением скоростных методов нагрева. Способы нагрева, методы подвода энергии, поверхностная закалка, скорость нагрева). Особенности формирования структуры при скоростных нагревах. Закалка стали после быстрого нагрева. Кратковременный отпуск закаленной стали. Виды скоростного нагрева. Индукционный нагрев: - поверхностная закалка с нагревом ТВЧ; - другие виды термической обработки с нагревом ТВЧ. Контактный электронагрев. Нагрев пламенем горелки. Электронно-лучевой нагрев. Лазерный нагрев.
15. Химико-термическая обработка стали. Общие сведения (определения, виды ХТО, процессы при ХТО (4 стадии)).
16. Цементация (определение, изделия для цементации, толщина, твердость, структура цементированного слоя, содержание углерода на поверхности цементированных изделий, виды цементации).
17. Виды цементации.
18. Влияние ЛЭ на цементацию

19. Цементируемые стали
20. Термическая обработка цементированных изделий (виды закалки и отпуск)
21. Азотирование (определения и цели азотирования, фазы в диффузионной зоне, низко- и высокотемпературное азотирование, твердость азотированного слоя, толщина и содержание азота в азотированном слое)
22. Строение и свойства азотированного слоя
23. Азотируемые стали
24. Способы азотирования
25. Нитроцементация, цианирование, карбонитрация
26. Диффузионная металлизация. Способы диффузионного легирования
27. Термомеханическая обработка стали. Определение ТМО. Изменение свойств стали при ТМО, причины
28. Группы и схемы ТМО (ВТМО. НТМО. ТМО с деформацией во время превращения. ТМО с деформацией мартенсита. Контролируемая прокатка)

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4: Способен назначать вид и режим термической или химико-термической обработки в рамках технологического процесса в области материаловедения и технологии материалов в машиностроении		
ПК-4.1	Выбирает способ термической или химико-термической обработки	<p>Примерные вопросы к экзамену по дисциплине</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация видов термической обработки. 2. Закономерности фазовых и структурных превращений при термической обработке, ее влияние на свойства металлов и сплавов 3. Связь термической обработки с диаграммами состояния. 4. Процессы, протекающие при нагреве стали. 5. Превращение перлита в аустенит и основные этапы процесса. 6. Процессы, протекающие при нагреве стали с феррито-карбидной структурой. Сфероидизация и коагуляция 7. Механизм и кинетика образования аустенита. Основные этапы превращения перлита в аустенит. 8. Диффузионное превращение переохлажденного аустенита, его механизм и типы получаемых структур. 9. Мартенситное превращение переохлажденного аустенита и его закономерности, характер и свойства получаемых структур. 10. Общие закономерности процессов, протекающих при химико-термической обработке и разновидности ее 11. Особенности формирования структуры при скоростных методах нагрева (лазерный, плазменный, индукционный) 12. Виды отпуска и характер получаемых структур 13. Связь термической обработки с диаграммами состояния. Прогнозирование возможностей термической обработки на основе диаграмм фазового равновесия 14. Сопоставление превращений переохлажденного аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении <p>Пример тестового задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как зависит прокаливаемость стали от интенсивности охлаждения при закалке? <ol style="list-style-type: none"> А) чем интенсивнее охлаждение, тем меньше прокаливаемость В) чем интенсивнее охлаждение, тем больше прокаливаемость С) прокаливаемость не зависит от

		<p>интенсивности охлаждения</p> <p>2. Какова последовательность процессов при химико-термической обработке?</p> <p>А) диффузия – образование активных атомов на поверхности металла - адсорбция</p> <p>В) образование активных атомов на поверхности металла – адсорбция – диффузия</p> <p>С) образование активных атомов на поверхности металла – диффузия – адсорбция</p> <p>Д) адсорбция – диффузия - образование активных атомов на поверхности металла</p>
--	--	---

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория термической обработки» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание, либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная либо в виде тестирования) должна быть одинаковой для всех обучающихся в группе.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета или экзамена по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

Показатели и критерии оценивания устного экзамена:

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– **на оценку «хорошо» (4 балла)** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– **на оценку «неудовлетворительно» (1 балл)** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания экзамена в виде теста:

Вопросы тестов должны охватывать весь объем изучаемой дисциплины в соответствии с РПД.

- **на оценку «отлично» (5 баллов)** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности, **75% и более;**
- **на оценку «хорошо» (4 балла)** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, **74 – 60 %;**
- **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации, **59- 50 %;**
- **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, **49 %.**