Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 15:11:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18bc34

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория и технология термической обработки металлов»

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик:

доцент, к.т.н., доцент /Е.В. Лукьяненко/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор /В.В. Овчинников/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Основная литература ... 9
   - 4.2. Дополнительная литература ... 9
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 9
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7. Фонд оценочных средств ... 12
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 12
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины – формирование знаний о теории и технологии термической и химико-термической обработки металлов и сплавов.

Задачи дисциплины – освоение основных закономерностей превращения в металлах и сплавах при тепловом и комбинированном воздействии; изучение основных способов воздействия на металлические материалы, пути формирования структуры и функциональных свойств.

Планируемые результаты обучения– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений управлять свойствами металлических материалов через получение определенной структуры, назначать оптимальные виды термической обработки для конкретных классов материалов с целью получения требуемых свойств.

Обучение по дисциплине «Теория и технология термической обработки металлов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных возможностей и предпочтений
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов,

	обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2 Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: способы термической обработки металлических материалов, технологические возможности термической обработки, методы определения свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать вид термической обработки для деталей машини инструментов, проводить измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора вида термической обработки для различных изделий, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1):

-Введение в специальность;

-Теория строения материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Металлические материалы;

– Технологические процессы получения и обработки материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	*Семестры*	
			4	5
	Аудиторные занятия	**108**	***54***	**54**
	В том числе:			
1.	Лекции	36	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	36	18	18
	Лабораторные занятия	36	18	18
	Самостоятельная работа	**108**	**54**	**54**
	В том числе:			
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	54	27	27
2.	Самостоятельное изучение	54	27	27
	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф. зачет/экзамен		**зачет**	**экзамен**
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Четвертый семестр

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль термической обработки в металлургической и машиностроительной промышленности. Понятие термической обработки. Классификация основных видов ТО.

ТЕОРИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Превращение перлита (феррито-карбидной структуры) в аустенит при нагреве

Критические точки сталей. Механизм и кинетика превращения. Механизм превращения. Кинетика превращения. Рост зерна аустенита при нагреве. Влияние величины зерна на свойства стали. Выявление и определение величины зерна.

Превращения переохлажденного аустенита

Диаграммы изотермического превращения аустенита. Анализ диаграммы изотермического превращения аустенита. Структурные области на диаграмме изотермического превращения аустенита.

Перлитное превращение

Термодинамические условия превращения. Перлитное превращение. Механизм превращения. Продукты превращения. Особенности структурообразования в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях.

Мартенситное превращение

Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях. Механизм мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения. Строение мартенсита. Свойства мартенсита.

Бейнитное превращение

Промежуточное (бейнитное) превращение. Механизм бейнитного превращения. Продукты бейнитного превращения. Свойства бейнитных структур. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Влияние скорости охлаждения на формирование структуры.

Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве (превращения при отпуске стали)

Распад мартенсита (первое превращение при отпуске).Превращение остаточного аустенита (второе превращение при отпуске).Снятие внутренних напряжений и карбидное превращение (третье превращение при отпуске).Коагуляция карбидов. Влияние отпуска на механические свойства. Отпускная хрупкость.

Влияние легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита и превращения при отпуске

Влияние легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита. Особенности диффузионного распада. Особенности бейнитного превращения. Особенности мартенситного превращения. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.

Влияние особенностей структуры на механические свойства углеродистых сталей

Продукты перлитного превращения. Бейнит. Мартенсит. Продукты, образующиеся при отпуске стали.

Пятый семестр

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Технология термической обработки. Общие принципы технологических процессов термической обработки. Технологические процессы предварительной и окончательной термической обработки

Отжиг I рода

Отжиг I рода (без фазовых превращений). Режим отжига. Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжиг. Отжиг для снятия напряжений. Режим отжига.

Отжиг II рода.

Отжиг II рода. Полный отжиг. Неполный отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация.

Закалка с полиморфным превращением.

Выбор режимов нагрева и охлаждения. Закалочные среды. Способы закалки. Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость.

Отпуск стали. Поверхностная закалка

Виды отпуска. Выбор режимов отпуска. Отпускная хрупкость (обратимая, необратимая). Методы поверхностного упрочнения

Поверхностная закалка. Технология термической обработки стали при индукционном нагреве (закалка током высокой частоты). Свойства стали после индукционной закалки. Закалка при нагреве лазером. Газопламенная закалка.

Закалка без полиморфного превращения.

Закалка без полиморфного превращения. Старение. Термодинамика процессов выделения из пересыщенного твердого раствора. Виды распада. Стадии распада. Изменение свойств при старении.

Термомеханическая обработка (ТМО).

Изменение структуры и свойств при горячей деформации. Горячий наклеп, динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Термомеханическая обработка стареющих сплавов. Термомеханическая обработка сталей, закаливаемых на мартенсит. ВТМО, НТМО. Изменение структуры и свойств при термомеханической обработке. Наследование дислокационной структуры и упрочнение при ТМО.

Химико-термическая обработка

Закономерности изменения состава и структуры при химико-термической обработке. Процесс диффузии, его механизм. Общие принципы технологических процессов химико-термической обработки. Классификация процессов и способов выполнения операций химико-термической обработки. Цементация, нитроцементация, цианирование. Азотирование. Борирование. Диффузионное насыщение металлами.

Высокоэнергетические методы химического модифицирования.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские занятия

4 семестр

Семинарское занятие №1 «Понятие термической обработки. Классификация основных видов ТО»

Семинарское занятие №2 «Превращение перлита в аустенит при нагреве»

Семинарское занятие №3«Превращения переохлажденного аустенита»

Семинарское занятие №4 «Диаграммы изотермического превращения аустенита»

Семинарское занятие №5 «Перлитное превращение»

Семинарское занятие №6 «Мартенситное превращение»

Семинарское занятие №7«Промежуточное (бейнитное) превращение»

Семинарское занятие №8«Превращения при отпуске стали»

Семинарское занятие№9 «Влияние легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита»

5 семестр

Семинарское занятие №1 «Технология термической обработки. Общие принципы технологических процессов термической обработки»

Семинарское занятие №2 «Отжиг I рода»

Семинарское занятие №3 «Отжиг II рода»

Семинарское занятие №4 «Закалка с полиморфным превращением»

Семинарское занятие №5 «Отпуск стали. Поверхностная закалка»

Семинарское занятие №6 «Закалка без полиморфного превращения. Старение»

Семинарское занятие №7 «Термомеханическая обработка»

Семинарское занятие №8 «Химико-термическая обработка»

Семинарское занятие №9 «Высокоэнергетические методы химического модифицирования».

3.4.2. Лабораторные занятия

4 семестр

Лабораторное занятие №1 «Методы выявления и определения величины зерна»

Лабораторное занятие№2 «Влияние различных видов термической обработки на структуру и свойства сталей»

Лабораторное занятие№3 «Влияние температуры нагрева на структуру и свойства сталей»

Лабораторное занятие№4 «Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей»

Лабораторное занятие№5 «Влияние температуры отпуска на структуру и свойства сталей»

5 семестр

Лабораторное занятие №1 «Выбор температурных режимов нагрева стальных заготовок для обработки давлением»

Лабораторное занятие №2 «Влияние нагрева на структуру и свойства холоднодеформированного металла»

Лабораторное занятие №3 «Определение критических точек методом пробных закалок»

Лабораторное занятие №4 «Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки»

Лабораторное занятие №5 «Термическая обработка алюминиевых сплавов»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1.Материаловедение:учеб.для вузов. / Арзамасов Б.Н., Макаров В.И., Мухин Г.Г. и др.; под общ.ред. Арзамасова Б.Н., Мухина Г.Г. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002 290экз

2. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: учеб.для вузов. / Новиков А.И. - М: Металлургия, 1986 40экз

3. Термическая обработка сталей. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2008, 35 с. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

4.2 Дополнительная литература

1. Рахштадт А.Г. Металловедение и термическая обработка стали: в 3-х т.: справ. Т.2: Основы термической обработки / под ред. М.Л. Бернштейна - М.: Металлургия, 1995 7экз

2. Помельникова, А.С. Термическая обработка деталей машиностроения в натрий-бор-силикатных расплавах: Учеб.пособие по дисциплине «Технология термической обработки». [Электронный ресурс] :учеб.пособие / А.С. Помельникова, С.А. Герасимов. — Электрон.дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 46 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/58492 — Загл. с экрана.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Теория и технология термической обработки металлов	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=11895

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран, твердомер ТР
1307	Учебное лабораторное оборудование: электропечь (Набертерм 1280°).; электропечь (Снол 1100°); электропечь (ПК-РК–10/12 1280°) полировальный станок Struers Tegra Pol-11отрезнойстанокStruersLaboton – 3.; установка для торцевой закалки; установка для электротравления Struers Lectro Pol -5. Шкафы для хранения химических реактивов, образцов, инструментов и расходных материалов. Верстак с инструментами; рабочее место для травления, оборудованное вытяжкой.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации(экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого

учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

- промежуточная аттестация (зачет).
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Пройдены все этапы текущего контроля, предусмотренные программой дисциплины. Студент на протяжении семестра демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками.
Не зачтено	Не пройден хотя бы один этап текущего контроля, предусмотренного программой дисциплины или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	**Критерии оценивания**
Отлично	Пройдены **все этапы текущего контроля**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Пройдены **все этапы текущего контроля**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Удовлетворительно	Пройдены **все этапы текущего контроля**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не пройден **хотя бы один этап текущего контроля**, предусмотренного программой дисциплины или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты выполненных самостоятельно лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины, включающие все необходимые материалы (рисунки, графики, выводы и др.), изложенные в приложении 2.
Тестовые задания	Ответы на вопросы тестового задания
Сообщение по теме	Выступление на семинаре

Если студентом не пройден один или более видов текущего контроля, преподаватель имеет право выставить ему оценку «не зачтено» или «неудовлетворительно» на промежуточной аттестации.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Зачет в 4 семестре получают студенты, выполнившие все виды текущего контроля.

Экзамен в 5 семестре проводится по билетам в форме (устного) собеседования или в виде тестирования.

Регламент проведения аттестации (устное собеседование):

- время для подготовки (устного) ответа на вопросы - не более 40 минут;
- ответы на дополнительные вопросы даются сразу после вопроса.

Регламент проведения аттестации (итоговое тестирование):

- Итоговый тест включает 20 вопросов по всем разделам курса, время для ответов - 20 минут.

Критерии оценки:

0 - 10 верных ответов - неудовлетворительно; 11- 14 верных ответов - удовлетворительно; 15 - 17 верных ответов - хорошо; 18 - 20 верных ответов - отлично.

Содержание экзаменационных заданий приведены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2).

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Теория и технология термической обработки металлов» по направлению подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	Тест	Подг. Лабор.	К/р	Э	З
Четвертый семестр															
1.1	**Введение** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль термической обработки в металлургической и машиностроительной промышленности. Понятие термической обработки. Классификация основных видов ТО.	**4**		**2**											
1.2	Вводное занятие по лабораторному практикуму	**4**				**2**	**4**								
1.3	**ТЕОРИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ Превращение перлита (феррито-карбидной структуры) в аустенит при нагреве** Критические точки сталей.	**4**		**2**	**2**		**4**								

	Механизм и кинетика превращения. Механизм превращения. Кинетика превращения. Рост зерна аустенита при нагреве. Влияние величины зерна на свойства стали. Выявление и определение величины зерна.														
1.4	*Лабораторная работа 1.* Методы выявления и определения величины зерна.	**4**				**2**	**4**								
1.5	**Превращения переохлажденного аустенита** Диаграммы изотермического превращения аустенита. Анализ диаграммы изотермического превращения аустенита. Структурные области на диаграмме изотермического превращения аустенита.	**4**		**2**	**4**		**4**								
1.6	*Лабораторная работа № 2 Влияние различных видов термической обработки на структуру и свойства сталей*	**4**				**2**	4								
1.7	**Перлитное превращение** Термодинамические условия превращения. Перлитное превращение. Механизм превращения. Продукты превращения. Особенности структурообразования в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях.	**4**		**2**	**2**		**4**								

1.8	Лабораторная работа №3 *АНАЛИЗ ДИАГРАММЫ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА.*	**4**				**2**	**4**								
1.9	**Мартенситное превращение** Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях. Механизм мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения. Строение мартенсита. Свойства мартенсита.	**4**		**2**	2		4								
1.10	Лабораторная работа № 4 *ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ПОД ЗАКАЛКУ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ*	**4**				**4**	**4**								
1.11	**Бейнитное превращение** Промежуточное (бейнитное) превращение. Механизм бейнитного превращения. Продукты бейнитного превращения. Свойства бейнитных структур. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Влияние скорости охлаждения на формирование структуры.	**4**		**2**	**2**		4								
1.12	Лабораторная работа № 5 *ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ*	**4**				**2**	**4**								

1.13	**Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве (превращения при отпуске стали)** Распад мартенсита (первое превращение при отпуске). Превращение остаточного аустенита (второе превращение при отпуске). Снятие внутренних напряжений и карбидное превращение (третье превращение при отпуске). Коагуляция карбидов. Влияние отпуска на механические свойства. Отпускная хрупкость.	4		2	2		4								
1.14	*Лабораторная работа № 6 ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ*	4				**2**									
1.15	**Влияние легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита и превращения при отпуске** Влияние легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита. Особенности диффузионного распада. Особенности бейнитного превращения. Особенности мартенситного превращения. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.	4		2	2		4								
1.16	**Влияние особенностей** структуры	4		2	2										

	на механические свойства углеродистых сталей Продукты перлитного превращения. Бейнит. Мартенсит. Продукты, образующиеся при отпуске стали.														
1.17	Итоговое занятие.	4				**2**	2				+				
	Форма аттестации														**З**
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			**18**	**18**	**18**	**54**								
Пятый семестр															
2.1	**ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ** Технология термической обработки. Общие принципы технологических процессов термической обработки. Технологические процессы предварительной и окончательной термической обработки. **Отжиг I рода** Отжиг I рода (без фазовых превращений). Режим отжига. Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжиг. Отжиг для снятия напряжений. Режим отжига.	**5**		**2**	**2**										
2.2	*Лабораторная работа № 1 «Выбор температурных режимов нагрева стальных заготовок для обработки давлением».*	**5**				2	4					+			
	Лабораторная работа № 2.	**5**				2	4								

	«Влияние температуры нагрева на структуру и свойства холоднодеформированного металла».														
2.3	**Отжиг II рода.** Отжиг II рода. Полный отжиг. Неполный отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация.	**5**		**2**	2		4								
2.4	**Закалка с полиморфным превращением.** Выбор режимов нагрева и охлаждения. Закалочные среды. Способы закалки. Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость.	**5**		**4**	**4**		**4**								
2.5	*Лабораторная работа №3 «Определение критических точек методом пробных закалок*	**5**				2	4								
2.6	*Лабораторная работа № 4 «Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки».*	**5**				2	4								
2.7	**Отпуск стали. Поверхностная закалка** Виды отпуска. Выбор режимов отпуска. Отпускная хрупкость (обратимая, необратимая). Методы поверхностного упрочнения Поверхностная закалка. Технология термической обработки стали при индукционном нагреве (закалка током высокой частоты). Свойства стали после индукционной закалки. Закалка при нагреве лазером. Газопламенная закалка.	**5**		**2**	**2**		**4**								
2.8	**Закалка без полиморфного превращения.** Закалка без полиморфного	**5**		**2**	**2**		4					+			

	превращения. Старение. Термодинамика процессов выделения из пересыщенного твердого раствора. Виды распада. Стадии распада. Изменение свойств при старении.														
2.9	*Лабораторная работа №5 «Термическая обработка алюминиевых сплавов. Влияние закалки на структуру и свойства деформируемых алюминиевых сплавов».*	**5**				**2**	**4**				**+**				
2.10	**Термомеханическая обработка** Изменение структуры и свойств при горячей деформации. Горячий наклеп, динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Термомеханическая обработка стареющих сплавов. Термомеханическая обработка сталей, закаливаемых на мартенсит. ВТМО, НТМО. Изменение структуры и свойств при термомеханической обработке. Наследование дислокационной структуры и упрочнение при ТМО.	**5**		**2**	**2**		4					+			
2.11	*Лабораторная работа № 6 Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки*	**5**				**2**	**2**								
2.12	**Химико-термическая обработка** Закономерности изменения состава и структуры при химико-термической обработке. Процесс диффузии, его механизм. Общие принципы технологических процессов химико-термической обработки. Классификация процессов	**5**		**2**	**2**		2				**+**				

	и способов выполнения операций химико-термической обработки. Цементация, нитроцементация, цианирование. Азотирование. Борирование. Диффузионное насыщение металлами.														
2.14	*Лабораторная работа* «Химико-термическая обработка (Цементация стали)».	**5**				4	4					+			
2.15	**Высокоэнергетические методы химического модифицирования**	**5**		**2**	**2**		4								
2.16	Итоговое занятие.	**5**				**2**	**2**								
	Форма аттестации													**Э**	
	Всего часов по дисциплине В пятомсеместре			**18**	**18**	**18**	**54**								
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**	**36**	**108**								

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Теория и технология термической обработки металлов»

Направление подготовки

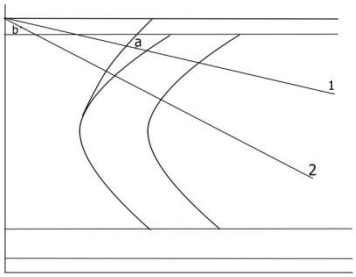
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

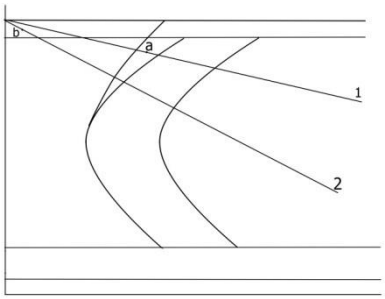
Перспективные материалы и технологии

Образцы практической работы (задания) для семинаров

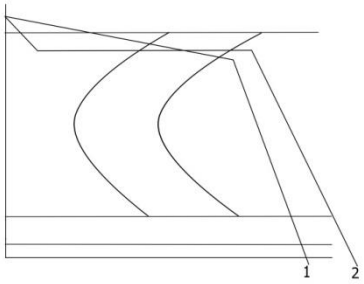
Чем отличается по структуре и свойствам сталь охлажденная по режимам 1 и 2 ?



Определите структуры в точках а и в диаграммы:



Есть ли разница в структурах стали, охлажденной по режимам 1 и 2? Если есть то, как это влияет на свойства стали?



Примеры задач для семинаров

Задача 1. *Назначьте режим термической обработки углеродистой конструкционной стали, используемый для снижения уровня внутренних напряжений, твердости и улучшения обрабатываемости резанием. Приведите конкретный пример.*
Задача 2. *С помощью диаграммы состояния железо - цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структур и свойства стали.*
Задача 3. *Что такое нормализация? Используя диаграмму состояния железо - цементит, укажите температуру нормализации стали 45 и стали У12. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получившуюся структуру и свойства.*

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Сталь У8, нагретая выше 727 градусов Цельсия будет иметь структуру:

☑ аустенит

☐ перлит

☐ мартенсит

☐ феррит

Задание 2

Размер зерна при повышении температуры стали в области существования аустенита...

☑ увеличивается

☐ уменьшается

☐ не изменяется

☐ сначала уменьшается, потом увеличивается

Задание 3

Структура перлита, сорбита, троостита состоит из фаз...

☑ феррита

☑ цементита

☐ графита

☐ мартенсита

☐ аустенита

Задание 4

Нагрев сталей выше 727 градусов Цельсия приводит к превращению...

☑ перлита в аустенит

☐ перлитному

☐ мартенситному

☐бейнитному

Задание 5

Перегрев - дефект структуры стали при термообработке, вызванный...

☑ ростом зерна аустенита

☐ расплавлением стали

☐ фазовой перекристаллизацией

☐ мартенситным превращением

Перечень вопросов на экзамен

	Вопросы к экзамену
1	Классификация процессов термической обработки
2	Общая характеристика процессов термической обработки
3	Связь диаграммы состояния с возможностями применения различных видов термической обработки
4	Виды отжига первого рода
5	Неравновесная кристаллизация, дендридная ликвация, образование неравновесных фаз
6	Гомогенизирующий отжиг
7	Отжиг для снятия внутренних напряжений
8	Влияние пластической деформации на структуру материалов. Рекристаллизационный отжиг
9	Возврат и полигонизация
10	Собирательная и вторичная рекристаллизация.
11	Диаграмма рекристаллизации
12	Виды и режимы дорекристаллизационного и рекристаллизационного отжига.
13	Изменение свойств при отжиге холодгнодеформированных материалов.
14	Основные закономерности фазовых превращений. Термодинамика фазовых превращений
15	Кинетика фазовых превращений
16	Превращения в сталях при нагреве
17	Рост аустенитного зерна. Структурная наследственность и перекристаллизация аустенита
18	Диффузионное превращение аустенита при охлаждении.
19	Диаграмма изотермического распада переохлаждённого аустенита
20	Основные особенности мартенситного превращения.
21	Свойства материалов при закалке на мартенсит
22	Бейнитное превращение
23	Выбор режимов нагрева для закалки сталей. Охлаждающие среды.
24	Способы охлаждения при закалке.
25	Превращения при отпуске закалённых сталей

26	Виды отпуска.
27	Отпускная хрупкость, виды, причины и пути уменьшения склонности к отпускной хрупкости.
28	Закалка без полиморфных превращений
29	Старение. Изменение свойств при старении.
30	Термическая обработка алюминиевых сплавов
31	Низкотемпературная термомеханическая обработка сталей.
32	Высокотемпературная термомеханическая обработка сталей
33	Термомеханическая обработка дисперсионнотвердеющих сплавов.
34	Поверхностная закалка сталей.
35	Особенности нагрева при закалке ТВЧ.
36	Выбор режимов закалки и отпуска при нагреве ТВЧ.
37	Основные закономерности ХТО, стадии ХТО, законы диффузии.
38	Формирование диффузионного слоя при ХТО.
39	Цементация сталей.
40	Азотирование сталей.
41	Совместное насыщение сталей углеродом и азотом. Нитроцементация, цианирование, карбонитрация.
42	Технология процессов диффузионной металлизации. Диффузионная металлизация в порошках, расплавах металлов, солей, в газовых средах.
43	Основные процессы диффузионной металлизации. Хромирование, силицирование, алитирование, Горячее цинкование, лужение.