

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
новых производственных
технологий

А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Термическая и химико-термическая обработка металлов

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение и технология материалов в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		44
	Лабораторные занятия		44
	ВСЕГО		88
Самостоятельная работа, ч			128
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
материаловедения (на
правах кафедры)

Руководитель ООП

Преподаватель

В.А. Клименов

О.Ю. Ваулина

О.Ю. Ваулина

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-5	Готов выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Р11	ПК(У)-5.B6	Владеет опытом назначать термическую операцию с основными параметрами процесса (среда охлаждения и способы контроля).
			ПК(У)-5.У6	Умеет выявлять физическую сущность фазовых превращений при изменении параметров термообработок
			ПК(У)-5.36	Знает основные понятия о фазах и механизмах фазовых превращений, типах структур, а также механизмах и закономерностях изменения структуры материала, в зависимости от вида их обработки и упрочнения.
ПК(У)-8	Готов исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами	Р7	ПК(У)-8.B1	Владеет опытом составления технической документации назначения термической и химико-термической обработки изделия
			ПК(У)-8.У1	Умеет составлять и/или читать технические задания для назначения режима термической и химико-термической обработки металлов
			ПК(У)-8.31	Знает порядок выбора температуры нагрева под конкретные операции термической обработки.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Сочетать теорию и практику термической обработки для решения инженерных задач	ПК(У)-5
РД-2	Назначать режимы термической обработки детали для получения необходимых свойств детали.	ПК(У)-5
РД-3	Выполнять комплексные исследования до и после термической обработки, проводить сравнительный анализ	ПК(У)-5
РД-4	Оформлять техническую документацию в соответствии с нормативными документами: составлять методику испытания, заполнять протокол исследования, составлять отчет по проведенным исследованиям	ПК(У)-8

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Теоретические и практические основы дисциплины	РД-1	Лекции	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Основные превращения в сталях	РД-2	Лекции	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 3. Отжиг	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Закалка	РД-2, РД-3	Лекции	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Отпуск	РД-2	Лекции	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. Прокаливаемость / закаливаемость	РД-1	Лекции	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 7. Химико-термическая обработка	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 8. Термообработка сталей разного класса	РД-1, РД-2, РД 4	Лекции	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 9. Термическая обработка чугунов	РД-1	Лекции	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 10. Термообработка цветных металлов и сплавов	РД-1	Лекции	2
		Самостоятельная работа	4
Цикл лабораторных работ	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лабораторные работы	44
		Самостоятельная работа	62

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические и практические основы дисциплины

Цели и задачи термической обработки. Входной контроль. Предмет термической и химико-термической обработки металлов (история). Место термической обработки в общем производственном цикле.

Темы лекций:

1. Введение в дисциплину.
2. Место термической обработки в общем производственном цикле
3. Понятие режимов термических операций.

Раздел 2. Основные превращения в сталях

Фазовые превращения, которые совершаются в стали также, как и превращения при кристаллизации обуславливается тем, вследствие изменения внешних факторов (температуры) происходит переход из одного состояния в другое, оказавшееся более устойчивым при данной температуре. Основными в стали являются три структуры - аустенит, мартенсит, перлит. Основные превращения в стали характеризуются переходом этих структур из одного в другую. При термической обработке стали наблюдаются четыре

основные превращения.

Темы лекций:

1. Превращения в стали. Ч I: превращение перлита в аустенит;
2. Превращения в стали. Ч II: превращения при охлаждении (аустенита в перлит).
3. Превращения в стали. Ч III: мартенситное превращение (аустенита в мартенсит); промежуточное превращение (бейнита в мартенсит).

Раздел 3. Отжиг

Основное назначение отжига заключается в изменении структуры стали для снижения ее твердости и придания ей пластичности и ударной вязкости, а также устранения внутренних напряжений. Для этого стальные изделия нагревают выше критической температуры, а затем подвергают медленному охлаждению. После такой обработки изменяется структура металла, его зернистость и равномерность кристаллической решетки. Температура нагрева при отжиге выбирается в зависимости от целей конкретной операции, а также процентного содержания в стали углерода и легирующих добавок.

Темы лекций:

1. Отжиг I рода. Общие параметры. Гомогенизационный отжиг
2. Отжиг I рода (продолжение). Дорекристаллизационный отжиг, рекристаллизационный, уменьшающий напряжения отжиг
3. Отжиг II рода (полный отжиг, неполный отжиг (сфероидизация), изотермический отжиг, циклический или маятниковый отжиг, нормализация, патентирование)

Раздел 4. Закалка

Закалка стали предусматривает нагрев металла и его последующее охлаждение в определенной среде. Температура нагрева стали под закалку должна быть выбрана в соответствии с составом металла и механическими свойствами, которые нужно получить. Допущенные ошибки при выборе режимов закалки приведут к повышению хрупкости структуры или мягкости поверхностного слоя. Именно поэтому рассмотрим способы закалки стали, особенности применяемых технологий, а также многие другие моменты.

Темы лекций:

1. Общие положения закалки стали. Стадии охлаждения.
2. Способы закалки.
3. Специальные виды термообработок.
4. Термомеханическая обработка

Раздел 5. Отпуск

Отпуск — технологический процесс, заключающийся в термической обработке закалённого на мартенсит сплава или металла, при которой основными процессами являются распад мартенсита, а также полигонизация и рекристаллизация. Отпуск проводят с целью получения более высокой пластичности и снижения хрупкости материала при сохранении приемлемого уровня его прочности. Для этого изделие подвергается нагреву в печи до температуры от 150 - 260 °С до 370 - 650 °С с последующим медленным остыванием.

Темы лекций:

1. Отпуск

Раздел 6. Прокаливаемость / закаливаемость

Закаливаемость стали характеризует твердость правильно закаленной стали и измеряется в единицах твердости. Чем больше содержание в стали углерода, тем больше искажения решетки мартенсита и выше твердость. Легирующие элементы на закаливаемость влияют слабо. Прокаливаемость – это способность стали получать закаленный слой определенной глубины. Скорость охлаждения уменьшается от поверхности детали к центру, поэтому при большой толщине детали может оказаться, что в ее сердцевине скорость охлаждения меньше критической.

Темы лекций:

1. Прокаливаемость. Внутренние напряжения
2. Закалочные среды

Раздел 7. Химико-термическая обработка

Суть данной технологии состоит в преобразовании внешнего слоя материала насыщением. ХТО металлов и сплавов осуществляется путем выдерживания при нагреве обрабатываемых материалов в средах конкретного состава различного фазового состояния. То есть, это совмещение пластической деформации и температурного воздействия. Это ведет к изменению параметров стали, в чем состоит цель химико-термической обработки. Т.о., назначение данной технологии - улучшение твердости, износостойкости, коррозионной устойчивости.

Темы лекций:

1. Химико-термическая обработка стали. Общие положения. Цементация
2. Азотирование, цианирование и нитроцементация, диффузионная металлизация

Раздел 8. Термообработка сталей разного класса

Для легированной стали применяют те же виды термической обработки, что и для углеродистой стали. Отличие термической обработки легированной стали от углеродистой состоит в выборе температур и скорости нагрева, длительности выдержки при этих температурах и способе охлаждения. Нагрев легированных сталей при термической обработке должен быть более медленным. Выбор температур термической обработки, как уже известно, производится в зависимости от критических точек стали. Все легирующие элементы можно разбить на две группы: элементы, повышающие критические точки и легирующие элементы, понижающие критические точки.

Темы лекций:

1. Влияние легирующих элементов на критические точки
2. Термическая обработка легированных сталей

Раздел 9. Термическая обработка чугунов
--

Термическую обработку чугунов проводят с целью снятия внутренних напряжений, возникающих при литье и вызывающих с течением времени изменения размеров и формы отливки, снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием, повышения механических свойств. Чугун подвергают отжигу, нормализации, закалке и отпуску, а также некоторым видам химико-термической обработки (азотированию, алитированию, хромированию).

Темы лекций:

1. Термическая обработка чугуна

Раздел 10. Термообработка цветных металлов и сплавов

Термическая обработка цветных металлов и сплавов - широко распространенный технологический процесс, обеспечивающий достижение большого разнообразия структур и улучшение физико-механических свойств. Общая эффективность термической обработки цветного металла зависит от его предшествующей обработки, от температуры и скорости нагрева, продолжительности выдержки при этой температуре и скорости охлаждения. Эти процессы можно разделить на две группы: термическая обработка, целью которой является получение структуры, максимально приближающейся к равновесному состоянию, и термическая обработка, целью которой является достижение неравновесного состояния. В некоторых случаях обе упомянутые группы процессов взаимно перекрываются.

Темы лекций:

1. Термическая обработка цветных металлов

Лабораторные работы:

Лабораторные работы проходят в интерактивной форме – работа в команде (мини группа). Каждой группе выдается материал, команда изучает его исходное состояние и проводят различные термообработки, исследуя состояние до и после термообработок. По окончании работы каждая группа публично защищает свой проект. Темы, рассматриваемые в рамках лабораторных работ:

1. Особенности разновидностей отжига I и II рода для до- и заэвтектоидных сталей
2. Особенности нормализации.
3. Особенности разновидностей закалки для до- и заэвтектоидных сталей
4. Особенности разных видов отпуска.
5. Изучение процесса твердой цементации
6. Термическая обработка низколегированных сталей
7. Термическая обработка высоколегированных сталей
8. Термическая обработка быстрорежущих сталей
9. Влияние среды охлаждения при термической обработке.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

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 2: Термическая обработка. Сплавы - 2014. - 528 с. - ISBN 978-5-87623-217-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117186> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Никулин С. А. Материаловедение и термическая обработка: учебное пособие / С. А. Никулин, В. Ю. Турилина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МИСИС, 2013. – 171 с. - ISBN 978-5-87623-688-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117179> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Поздняков А. В. Теория термической обработки металлов и сплавов: 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> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Технология термической и химико-термической обработки: метод. указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Технология обработки и модификации материалов»: учебное пособие / С. А. Пахомова, А. С. Помельникова, М. В. Унчикова, С. Ю. Шевченко ; под редакцией С. А. Герасимова. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 60 с. - ISBN 978-5-7038-3877-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/58459> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Земсков Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 188 с. - ISBN 978-5-8114-3392-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Термическая и химико-термическая обработка металлов» <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=867>
2. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

7-Zip; ownCloud Desktop Client; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Ansys 2020; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Cisco Webex Meetings; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7,108	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 020	Эл печь СНОЛ-1.16 МиМ N1177 - 1 шт.; Твердомер - 1 шт.; Грузопоршневой пресс - 1 шт.; Станок ЗЕ 881М N511 - 1 шт.; Твердомер ТК-'М N1916 - 1 шт.; Потенциометр ЛСП-3П - 1 шт.; Потенциометр N1178 - 1 шт.; Печь ПМ - 1 шт.; Пресс гидравлический ПСЦ-50 - 1 шт.; Установка для плазмы - 1 шт.; Электродпечь СНОЛ - 1 шт.; Твердомер ПШ N2 N480 - 1 шт.; Потенциометр КСП-3П - 1 шт.; Прокатная клеть - 1 шт.; Эл печь СНОЛ-1.16 МиМ N1081 - 1 шт.; Печь снol - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Стол лабораторный - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 026	Микроскопный комплекс на базе металлографического инвертированного микроскопа ЛабоМет-И вариант 1 с системой визуализации - 1 шт.; Профилометр лазерный 3D - 1 шт.; Микроскоп МВС-9 - 1 шт.; Микроскоп Альтами МЕТ вариант 1 - 1 шт.; Интегрированный сенсор Uniscan LK031 3D - 1 шт.; Универсальная мельница M20 IKA - 1 шт.; Редуктор аммиачный БАМО1 -2-1 - 1 шт.; Микротвердомер ПМТ-3М С МОВ-1-16х - 1 шт.; Весы аналитические - 1 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.;Шкаф для документов - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 022	Фотомикроскоп 'Неофат' - 1 шт.; Металлографический инвертированный микроскоп ЛабоМет-И вариант1 - 5 шт.; Микроскоп МИМ-7 - 1 шт.; Микроскоп 'Теновал' - 1 шт.; Устройство ввода видеоизображения - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;

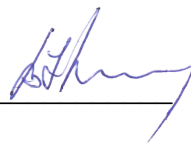
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / специализация «Материаловедение и технология материалов в машиностроении» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОМ ИШНПТ ТПУ	Ваулина О. Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 53).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения материаловедения (на правах кафедры),
д.т.н, профессор



В.А. Клименов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол)
2018/2019 учебный год	Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО. Изменена система оценивания.	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	1.Актуализирован список литературы (пункт 6.1) 2.Актуализировано информационное и программное обеспечение (пункт 6.2)	№ 35 от 29.06.2020 г.
2020/2021 учебный год	Обновлено ПО, профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.	№36/1 от 01.09.2020