

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«А.5.1 Теория и технология термической и химико-термической обработки»

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Направление подготовки

22.06.01 Технологии материалов
(код и наименование направления подготовки)

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Программа практики рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

протокол № 9 от «13» февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

Юршев
подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедрой материаловедения и технологии материалов

должность

Юршев
подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

доцент

должность

Крылова
подпись

С.Е. Крылова

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направленности (профиля)

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

наименование

личная подпись

Гризунов
расшифровка подписи

В.И. Гризунов

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

Грицай
личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ

Черноусова
личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации 42497

© Юршев В.И., 2017
© Крылова С.Е., 2017
© ОГУ, 2017

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: расширение и углубление базовых знаний теории и технологии термической и химико-термической обработки.

Задачи:

- углубленное освоение теоретических основ термической и химико-термической обработки металлических материалов;
- освоение практических применений технологий термической и химико-термической обработки в условиях металлургических и машиностроительных производств;
- формирование профессиональных компетенций в области теории и практики термической и химико-термической обработки металлов и сплавов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *А.1.В.ОД.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют.*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> современные научные достижения в области разработки передовых технологий термической и химико-термической обработки. <u>Уметь:</u> анализировать и производить оценку современных научных достижений в области термической обработки металлов и сплавов. <u>Владеть:</u> методологическими принципами генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<u>Знать:</u> технологические процессы получения и термической обработки перспективных материалов и производства из них новых изделий. <u>Уметь:</u> применять основные принципы оптимизации технологических процессов получения перспективных материалов и производства из них новых изделий. <u>Владеть:</u> методами экономической оценки производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий.	ОПК-1 способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии
<u>Знать:</u> основные принципы разработки технологической документации для изготовления новых изделий из перспективных материалов средства технического контроля качества выпускаемой продукции. <u>Уметь:</u> оформлять технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции. <u>Владеть:</u> методами технологического контроля при производстве материалов и изделий.	ОПК-2 способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> ориентировочную стоимость основных производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий. <u>Уметь:</u> находить пути снижения стоимости новых материалов и изделий, опираясь на знания технологических процессов получения перспективных материалов и производства из них новых изделий. <u>Владеть:</u> методами экономической оценки производственных и непроизводственных затрат на создание новых материалов и изделий.	ОПК-3 способностью и готовностью экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества
<u>Знать:</u> основные принципы практической реализации новых высокоэффективных технологий. <u>Уметь:</u> комплексно оценивать и прогнозировать тенденции и последствия развития материаловедения и технологий материалов; оценивать необходимость и перспективность того или иного материала или технологического процесса. <u>Владеть:</u> интегрированными знаниями естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения.	ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
<u>Знать:</u> основные принципы разработки технологического процесса, технологической оснастки для изготовления новых изделий из перспективных материалов. <u>Уметь:</u> оформлять рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты. <u>Владеть:</u> методологией проектирования технологических процессов для изготовления новых изделий из перспективных материалов.	ОПК-11 способностью и готовностью разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов
<u>Знать:</u> основные принципы реализации технологических процессов при производстве материалов и изделий и проведения технологических экспериментов. <u>Уметь:</u> осуществлять поиск оптимальных технологических решений при производстве материалов и изделий. <u>Владеть:</u> основными методами технологического контроля при производстве материалов и изделий.	ОПК-12 способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий
<u>Знать:</u> нормативные документы по использованию сырья и способам утилизации отходов машиностроительного производства. <u>Уметь:</u> грамотно оценивать взаимозаменяемость материалов в тех или технологических процессах или конструкциях. <u>Владеть:</u> навыками разработки мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов машиностроительного производства.	ПК*-1 Способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов машиностроительного производства

Знать: особенности влияния механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов. Уметь: производить ранжирование факторов, оказывающих влияние на работоспособность металлических конструкций с выявлением доминирующих. Владеть: навыками математического моделирования поведения материалов и конструкций при различных видах нагружения или воздействия внешней среды.	ПК*-2 Способностью прогнозировать работоспособность конструкций на основе данных о различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов
---	--

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов			
	2 семестр	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	108	324
Контактная работа:	13	13	13	39
Лекции (Л)	8	8	8	24
Практические занятия (ПЗ)	4	4	4	12
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	0,75	0,75	0,75	2,25
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,25	0,75
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального задания (ИЗ); - самостоятельное изучение разделов; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям	95	95	95	285
Вид итогового контроля	зачет	зачет	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие положения термической обработки	10				10
2	Отжиг 1 рода	24	2			22
3	Отжиг 2 рода	22	2			20
4	Закалка	28	2	4		22
5	Старение и отпуск	24	2			22
	Итого:	108	8	4		96

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Термомеханическая обработка	28	2			26
7	Термическая обработка стали с применением скоростных методов нагрева	30	2	4		24
8	Химико-термическая обработка	50	4			46
	Итого:	108	8	4		96

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Технология термической обработки на металлургических заводах	54	4	2		48
10	Технология термической обработки на машиностроительных заводах	54	4	2		48
	Итого:	108	8	4		96
	Всего:	324	24	12		288

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Общие положения термической обработки

Классификация видов термической обработки. Термическая обработка и диаграммы состояний. Основные превращения сталей

2 Отжиг 1 рода

Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Гомогенизация при нагреве до температуры выше температуры неравновесного солидуса.

Рекристаллизационный и дорекристаллизационный. Изменение структуры при дорекристаллизационном отжиге. Первичная рекристаллизация. Собирательная рекристаллизация. Текстуры первичной и собирательной рекристаллизации. Вторичная рекристаллизация. Размер рекристаллизованного зерна в отожженном металле. Изменение структуры и свойств металла при дорекристаллизационном и рекристаллизационном отжигах. Анизотропия свойств отожженного металла. Выбор режимов дорекристаллизационного и рекристаллизационного отжига.

Отжиг, уменьшающий напряжения. Возникновение и роль остаточных напряжений. Уменьшение остаточных напряжений при отжиге.

3 Отжиг 2 рода

Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Термодинамика фазовых превращений. Роль строения межфазных границ при фазовых превращениях. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Образование промежуточных метастабильных фаз. Кинетика фазовых превращений.

Отжиг сталей. Образование аустенита при нагреве. Структурная наследственность и перекристаллизация аустенита. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении. Разновидности отжига сталей.

Отжиг чугунов. Графитизирующий отжиг. Нормализация чугунов.

Отжиг цветных металлов и сплавов. Гетерогенизирующий отжиг. Отжиг с фазовой перекристаллизацией.

4 Закалка

Закалка без полиморфного превращения. Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения. Нагрев и охлаждение при закалке без полиморфного превращения.

Закалка с полиморфным превращением. Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях. Механизм мартенситного превращения. Микроструктура и субструктура сплавов, закаленных на мартенсит. Кинетика мартенситных превращений. Влияние деформации на мартенситное превращение. Изменение свойств сплавов при закалке на мартенсит. Бейнитное превращение. прокаливаемость сталей. Нагрев и охлаждение при закалке сталей.

5 Старение и отпуск

Старение. Термодинамика процессов выделения из твердого раствора. Структурные изменения при старении. Изменение свойств сплавов при старении. Влияние состава сплава при старении. Выбор режима старения. Возврат после старения.

Отпуск. Структурные изменения при отпуске стали. Изменение механических свойств при отпуске стали. Отпускная хрупкость. Факторы, влияющие на интеркристаллитное охрупчивание.

6 Термомеханическая обработка

Изменение структуры сталей при горячей обработке давлением. Структурные изменения во время горячей деформации. Структурные изменения по окончании горячей деформации.

Термомеханическая обработка стареющих сплавов (ВТМО, НТМО, ПТМО).

Термомеханическая обработка сталей, закаливаемых на мартенсит (НТМО, ВТМО, ТМИЗО, ПТМО).

7 Термическая обработка стали с применением скоростных методов нагрева

Особенности формирования структуры при скоростных нагревах. Индукционный нагрев. Контактный электронагрев. Нагрев пламенем горелки. Лазерный нагрев. Электронно-лучевой нагрев.

8 Химико-термическая обработка

Основные закономерности химико-термической обработки. Строение диффузионной зоны при химико-термической обработке. Насыщение через газовую фазу. Насыщение из жидких сред. Насыщение из парофазовой среды. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Карбонитрация. Борирование. Насыщение металлами. Хромирование. Титанирование. Алитирование. Силицирование. Цинкование. Берилизация. Сульфидирование. Прочие виды диффузионного насыщения поверхностей.

9 Технология термической обработки на металлургических заводах

Технология термической обработки слитков и непрерывнолитых заготовок. Технология термической обработки крупных поковок для производства валков горячей и холодной прокатки. Технология термической обработки сортового проката общего назначения. Технология термической обработки железнодорожных колес. Технология термической обработки железнодорожных рельсов. Упрочняющая термическая обработка сортового проката. Технология термической обработки сортового проката. Технология термической обработки труб. Технология термической обработки проволоки.

10 Технология термической обработки на машиностроительных заводах

Технология термической обработки для валов роторов турбогенераторов. Основы технологии термической обработки заготовок из конструкционных сталей. Технология термической обработки коленчатых и распределительных валов двигателей внутреннего сгорания. Технология термической обработки деталей трансмиссии транспортных средств. Технология термической обработки шестерен и зубчатых колес. Технология термической обработки деталей подшипников качения. Технология термической обработки пружин и рессор. Технология термической обработки штампов для горячего деформирования. Технология термической обработки штампов для холодного деформирования. Технология термической обработки режущих инструментов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Закалка углеродистых сталей. Оценка влияния различных видов термической обработки на структурно-фазовый состав стали	2
2	4	Отпуск углеродистых сталей. Определение оптимальных режимов закалки для упрочнения деталей машин	2
3	7	Определение параметров упрочненного слоя при поверхностной закалке с лазерным нагревом	2
4	7	Определение режимов поверхностной закалки при нагреве токами высокой частоты	2
5	9	Разработка режимов термической обработки быстрорежущей стали	2
6	10	Цветные сплавы на основе меди и алюминия. Особенности термической обработки	2
		Итого:	12

5.1 Основная литература

1 Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства [Текст] : учебное пособие / С. И. Богодухов [и др.] ; под общ. ред. проф., засл. деят. Науки РФ С.И. Богодухова. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 464 с.

2 Лахтин, Ю. М. Материаловедение [Текст] : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., стер. - Москва : Альянс, 2014. - 528 с. : ил. - Библиогр.: с. 520. - Предм. указ.: с. 521-523. - ISBN 978-5-91872-012-7

5.2 Дополнительная литература

1 Елагина, О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин : учебное пособие / О.Ю. Елагина. - Москва : Логос, 2009. - 488 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-450-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84921> (27.03.2019)

2 Башнин, Ю. А. Технология термической обработки стали [Текст] : учеб. для вузов / Ю. А. Башнин, Б. К. Ушаков, А. Г. Секей. - М. : Металлургия, 1986. - 424 с. : ил.

3 Новиков, И. И. Теория термической обработки металлов [Текст] : учеб. для вузов / И. И. Новиков. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Металлургия, 1978. - 392 с. : ил. - Предм. указ.: с. 386-389.

4 Горелик, С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов [Текст] : [монография] / С. С. Горелик. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1978. - 568 с. : ил.. - Библиогр.: с. 552-565. - Предм. указ.: с. 566-568.

5 Прокошкин, Д. А. Химико-термическая обработка металлов - карбонитрация [Текст] / Д. А. Прокошкин. - М. : Машиностроение, 1984. - 240 с.

8 Лахтин, Ю. М. Лазерная химико-термическая обработка и наплавка сплавов [Текст] : учеб. пособие / Ю. М. Лахтин, Я. Д. Коган. - М. : Машиностроение, 1986. – 63 с.

9 Арзамасов, Б. Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах [Текст] / Б. Н. Арзамасов. - М. : Машиностроение, 1979. - 224 с. : ил. - Библиогр.: с. 218-223.

5.3 Периодические издания

1 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2015-2017.

2 Технология машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2015-2017.

5.4 Интернет-ресурсы

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Технология конструкционных материалов»

<https://www.edx.org/> - «EdX», MOOK: «Introduction to Steel».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения

3 Универсальный конечно-элементный программный комплекс, предназначенный для решения задач прочностного анализа и тепла (за исключением функций расчета гидрогазодинамики и электромагнетизма) ANSYS Academic Teaching Mechanical

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения практических занятий, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Лаборатории металловедения и термической обработки имеют следующее оборудование и приборы: муфельная печь СНОЛ (2 шт.); муфельная печь ПМ-14М, ПМ-12М2 (7 шт.); пирометр оптический ЛОП-72; микровизор металлографический mVizo-M-221; микроскоп Метам РВ-34 (2 шт.); установка для проведения торцевой закалки; ванна для термообработки образцов с охлаждающей средой; микротвердомер ПМТ-3М (5шт); твердомер ультразвуковой импедансный УЗИТ-3; стационарный цифровой многофункциональный твердомер по Роквеллу ТН-301 (5шт); станок шлифовально-полировальный 388-1Б NERIS (4 шт); твердомер по Виккерсу ТП- 2 (2 шт); настольный растровый электронный микроскоп с системой микроанализа JTOL JCM-6000; весы лабораторные ВМ-512; микроскоп Альтами Мет 3; прецизионный металлографический отрезной станок, MICRCUT 151; дифрактометр рентгеновский МД-10; рентгеновский аппарат анализатор металлов СРМ-20; микроскоп ММУ-3 (3шт); комплект образцов высоколегированных сталей (конструкционных, инструментальных, специального назначения); установка нагрева ТВЧ (высокочастотный индукционный нагреватель LN-30 KW-B); набор химреактивов для травления образцов микрошлифов; установка «ИМАШ»; лазерная установка МУЛ – 1, ЛТУ ГОС – 301; Машина разрывная УММ-5.0; Машина разрывная ФМ500; Машина разрывная 20 т; комплект кодотранспорантов по курсу материаловедение; плакаты.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«А.5.1 Теория и технология термической и химико-термической обработки»

Направление подготовки: 22.06.01 Технологии материалов
код и наименование

Профиль: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Год набора 2017

Форма обучения очная

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2018/2019 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов
наименование кафедры

протокол № 7 от "20" 02 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра материаловедения и технологии материалов
наименование кафедры

подпись

В.И. Юршев
расшифровка подписи

Исполнители:

канд. тех. наук, доцент
должность

подпись

В.И. Юршев
расшифровка подписи

канд. тех. наук, доцент
должность

подпись

Е.Ю. Приймак
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Грицай
дата

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института

личная подпись

расшифровка подписи

А.М. Черноусова
дата

В рабочую программу вносятся изменения.

Пункт 5.5 изложить в следующей редакции:

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

5.5.1 Программное обеспечение

- 1 Операционная система Microsoft Windows
- 2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения
- 3 Универсальный конечно-элементный программный комплекс, предназначенный для решения задач прочностного анализа и тепла (за исключением функций расчета гидрогазодинамики и электромагнетизма) ANSYS Academic Teaching Mechanical

5.5.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

- 1 SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>
- 2 Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа : <https://link.springer.com/>

3 American Chemical Society [Электронный ресурс] : база данных. – Режим доступа : <https://www.acs.org/content/acs/en.html>

4 Технорма/Документ [Электронный ресурс]: электронная версия библиографического указателя национальных стандартов Российской Федерации с возможностью просмотра полного содержания документов. Система содержит структурированный список всех стандартов, имеющих силу на момент выхода данной версии базы данных. / Разработчик Фирма «ИНТЕРСТАНДАРТ», Москва. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\gost\Install\tndoc_setup.exe