

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«А.1.В.ОД.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

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 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

протокол № 5 от «18» января 2019 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры


подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедрой материаловедения и технологии материалов

должность

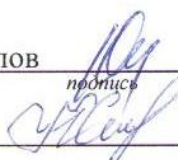

подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

доцент

должность


подпись

Е.Ю. Приймак

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направленности (профиля)

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

наименование

личная подпись


расшифровка подписи

В.И. Грызунов

расшифровка подписи

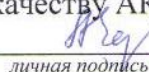
Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству АКИ


личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Юршев В.И., 2019
Приймак Е.Ю., 2019
© ОГУ, 2019

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: расширение и углубление базовых знаний структуры и свойств металлических материалов и аспектов их практического использования.

Задачи:

- углубленное освоение теоретических основ строения металлических материалов и его изменения при различных способах термического воздействия;
- освоение теоретических основ и практических применений современных методов воздействия на материалы с целью получения заданных физико-механических свойств;
- формирование профессиональных компетенций в области теории и практики металловедения и термической обработки металлов и сплавов;
- освоение ключевых подходов к исследованию в области металловедения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *А.1.Б.1 Иностранный язык, А.1.Б.2 История и философия науки*

Постреквизиты дисциплины: *А.3.В.1 Научно-исследовательская деятельность, А.3.В.2 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, А.5.1 Теория и технология термической и химико-термической обработки*

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 металловедения при создании новых материалов и способов их обработки. <u>Уметь:</u> анализировать и производить оценку современных научных достижений в области металловедения. <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> основные методы исследования структуры и свойств металлов и сплавов. <u>Уметь:</u> правильно подбирать комплекс методов исследования при решении металловедческих задач. <u>Владеть:</u> методологией комплексных научных исследований при решении задач в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов.	УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
<u>Знать:</u> основные проблемы развития металловедения в России и за рубежом. <u>Уметь:</u> взаимодействовать с исследователями российских и международных	УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
коллективов, занимающихся решением научных и научно-образовательных задач в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов. <u>Владеть:</u> основными методами и подходами проведения теоретических и экспериментальных исследований в области термической обработки металлов и сплавов с использованием передовых технологий.	исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
<u>Знать:</u> технологические процессы получения 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
<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> нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности при создании и эксплуатации изделий из металлических материалов. <u>Уметь:</u> обеспечивать безопасность производственной деятельности в ходе проектирования технологических процессов по созданию металлических материалов. <u>Владеть:</u> методами контроля нормативных требований, обеспечивающих безопасность производственной и эксплуатационной деятельности.	ОПК-4 способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности
<u>Знать:</u> основные принципы практической реализации новых высокоэффективных технологий. <u>Уметь:</u>	ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных,

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
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.	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> основы процедуры сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления. <u>Уметь:</u> создавать последовательную схему технологического процесса, который напрямую влияет на конечный продукт, подвергающийся сертификации в обязательном порядке. <u>Владеть:</u> основными способами проверки качества металлических материалов полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления.	ОПК-13 способностью и готовностью участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических процессов их изготовления
<u>Знать:</u> основные проблемы внедрения инновационных технологий при создании новых металлических материалов и способов их обработки. <u>Уметь:</u> создавать бизнес-модели реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрения перспективных материалов и технологий. <u>Владеть:</u> методологией оценки инвестиционных рисков при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий.	ОПК-14 способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий
<u>Знать:</u> последовательность разработки мероприятий по реализации	ОПК-15 способностью и готовностью разрабатывать

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
перспективных проектов и программ. Уметь: осуществлять разработку плана мероприятий перспективных проектов и программ с учетом имеющихся ресурсов. Владеть: организаторскими способностями в реализации разработанных проектов и программ.	мероприятия по реализации разработанных проектов и программ
Знать: основы процедуры сертификации материалов, технологических процессов и оборудования, последовательность действий при разработке стандартов и сертификатов. Уметь: организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов. Владеть: представлениями о системе качества на предприятиях.	ОПК-16 способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества
Знать: нормативные документы по использованию сырья и способам утилизации отходов машиностроительного производства. Уметь: грамотно оценивать взаимозаменяемость материалов в тех или технологических процессах или конструкциях. Владеть: 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 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	19	21	40
Лекции (Л)	8	8	16
Практические занятия (ПЗ)	10	10	20
Консультации		2	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	0,75	0,7	1,45
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,3	0,55
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	89	87	176
Вид итогового контроля	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Строение металлов и сплавов	28		2		18
2	Структурные и фазовые и превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии	26		2		22
3	Термическая обработка металлов и сплавов	26		2		26
4	Методы исследования и контроля структуры и свойств металлов	28		4		24
	Итого:	108	8	10		18

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Легированные конструкционные и инструментальные стали и сплавы	34		2		18
6	Стали и сплавы с особыми физическими свойствами. Тугоплавкие металлы и их сплавы.	26		2		22
7	Титан и его сплавы. Алюминий и сплавы на его основе. Магний и сплавы на его основе.	28		2		26
8	Медь и сплавы на ее основе. Антифрикционные сплавы на оловянной, цинковой, свинцовой и алюминиевой основах.	20		4		24
	Итого:	108	8	10		90

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Всего:	216	16	20		180

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Строение металлов и сплавов

Основные типы связи атомов в твердых телах. Металлическая связь. Электронное строение и физические свойства металлов. Поверхность Ферми и зоны Бриллюэна.

Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, s -фазы, фазы внедрения. Отклонения от закона Вегарда.

Правило фаз. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и incongruently плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Отклонения от равновесия при кристаллизации сплавов в системах разного типа.

2 Кристаллическое строение и его дефекты

Основные типы кристаллических решеток. Элементарные ячейки. Индексы направлений и плоскостей в кристаллической решетке. Анизотропия свойств кристаллов.

Типы дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Дефекты упаковки. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Зарождение и размножение дислокаций, источник Франка-Рида. Сила Пайерлса-Набарро. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесными атомами. Атмосферы Коттрелла, Снука, Сузуки. Дислокационные сетки и малоугловые границы. Высокоугловые границы. Миграция границ и зернограничное проскальзывание. Двойники. Кристаллография и механизм деформационного двойникования.

3 Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии

Механизмы миграции атомов. Законы Фика. Коэффициент диффузии. Структурно-чувствительные процессы диффузии. Диффузия во внешних силовых полях.

Классификация фазовых и структурных превращений. Фазовые превращения I и II рода. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения. Строение и механизм движения поверхностей раздела фаз. Сдвиговое (бездиффузионное) и нормальное (диффузионное) превращения. Термодинамический и кристаллографический анализ сдвигового (мартенситного) превращения. Механизм и кинетика сдвиговых и нормальных превращений. Эвтектоидное превращение. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения. Диаграммы фазовых превращений (термокинетические, изотермические и др.).

Упорядочение твердого раствора. Дальний и ближний порядок. Изменение свойств сплавов при упорядочении. Образование и распад метастабильных фаз. Распад пересыщенного твердого раствора. Спинодальный распад. Термодинамика образования промежуточных фаз. Структурные изменения при старении (кластеры, зоны Гинье—Престона, промежуточные метастабильные фазы, модулированные структуры). Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения. Формы выделений. Непрерывный и прерывистый распад.

4 Термическая обработка

Классификация видов термической обработки.

Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге.

Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг. Отдых. Полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика отдыха, виды полигонизации и рекристаллизации, влияние на них предшествующей пластической деформации, примесей, температуры и продолжительности отжига. Параметры полигонизованной и рекристаллизованной структур. Критическая степень деформации. Диаграммы рекристаллизации. Закономерности и природа изменения механических и физических свойств при отжиге после холодной деформации. Тек-

стура деформации, первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации, механизм ее образования. Анизотропия свойств текстурованных металлов.

Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Механизм снижения остаточных напряжений при нагревании.

Фазовые превращения при нагреве. Структурная наследственность.

Закалка без полиморфного превращения. Изменение структуры и свойств при закалке.

Закалка с полиморфным превращением. Микроструктура и субструктура мартенсита. Упрочнение и изменение пластичности при закалке на мартенсит. Критическая скорость охлаждения при закалке, прокаливаемость.

Бейнитное превращение. Строение бейнита. Изотермическая закалка.

Старение. Природа упрочнения при старении. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение. Влияние температуры нагрева под закалку и скорости охлаждения на формирование структуры и свойств сплавов при старении.

Отпуск. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

5 Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка

Термомеханическая обработка. Структурные изменения при пластической деформации. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Возврат и рекристаллизация после горячей деформации.

Высокотемпературная и низкотемпературная термомеханическая обработка. Термомеханическая обработка дисперсионно-твердеющих сплавов.

Химико-термическая обработка. Элементарные процессы при химико-термической обработке. Структура диффузионных слоев и ее связь с диаграммой состояния.

Азотирование, цементация, нитроцементация, алитирование, хромирование, борирование, сульфидирование, силицирование. Термоводородная обработка.

6 Технология термической обработки

Современное оборудование для закалки, отжига, отпуска, химико-термической и других видов термической обработки сталей и сплавов.

Агрегаты непрерывного отжига и закалки. Автоматизация полного цикла термической обработки.

Способы достижения высоких скоростей нагрева и охлаждения изделий при термической обработке. Внутренние напряжения и деформация изделий при термической обработке. Нагрев при термической обработке изделий в защитных средах и вакууме.

Дефекты термической обработки. Газонасыщение и его влияние на структуру и свойства сплавов. Методы борьбы с поводками и короблением.

7 Упругая и пластическая деформация. Разрушение

Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов. Механизмы упругой и пластической деформации. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Теория предела текучести. Эффект Баушингера. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз (когерентных и некогерентных).

Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость.

Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Природа хладноломкости. Порог хладноломкости. Строение изломов.

Ползучесть. Механизмы и стадии ползучести. Релаксация напряжений. Кратковременная и длительная прочность. Влияние состава и структуры сплавов на ползучесть.

Усталостная прочность. Диаграммы усталости. Механизм усталости. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Контактная усталость. Износ.

8 Методы исследования и контроля структуры и свойств металлов

Методы изучения микроструктуры. Световая микроскопия. Методы количественной металлографии. Электронная микроскопия (метод реплик, дифракционная микроскопия разных видов фоль-

ги, сканирующая микроскопия, микродифракция). Рентгеноструктурный и электронно-графический анализ. Микрорентгеноспектральный анализ. Локальный анализ состава по электронным спектрам.

Методы измерения физических свойств (термический анализ, калориметрия, dilatометрия, измерение плотности, резистометрия, магнитный анализ и др.). Методы определения коррозионных свойств.

Механические свойства металлов и сплавов. Методы их измерения. Статические и динамические испытания. Испытания на ползучесть, длительную прочность и релаксацию напряжений. Усталостные испытания.

9 Промышленные сплавы (основы легирования и термической обработки, свойства, области применения)

Стали. Классификация сталей по структуре, составу, назначению. Чугуны и их классификация. Модифицирование чугунов.

Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Никель и его сплавы. Магний и его сплавы. Сплавы на основе тугоплавких металлов.

Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами. Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом запоминания формы и сверхупругости.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Определение фазового состава металлических материалов с помощью рентгеноструктурного анализа	2
2	4	Определение фазового состава металлических материалов с помощью метода дифракционной электронной микроскопии	2
3	5	Выбор материала из класса конструкционных сталей в зависимости от условий эксплуатации металлических конструкций	2
4	7	Применение титановых, алюминиевых и магниевых сплавов	2
		Итого:	8

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 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

2 Богодухов, С. И. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. - Москва : Машиностроение, 2015. - 504 с. : ил., табл.; 31,50 печ. л. - Библиогр.: с. 493-494. - Термины и определения: с. 495-500. - Предм. указ.: с. 501-503. - ISBN 978-5-94275-775-5.

5.2 Дополнительная литература

1 Физическое материаловедение [Текст] : в 3 т. / под ред. Р. У. Кана, П. Хаазена.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Мир, 1987

Т. 1 : Атомное строение металлов и сплавов / пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова, Ч. В. Копецкого, А. В. Серебрякова. - 1987. - 640 с.: ил. - Библиогр.: с. 594-624. - Предм. указ.: с. 625-631.

Т. 2 : Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами / пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова, А. В. Серебрякова. - 1987. - 624 с.: ил. - Библиогр.: с. 575-608. - Предм. указ.: с. 609-615.

Т. 3 : Физико-механические свойства металлов и сплавов / пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова, Ч. В. Копецкого, А. В. Серебрякова . - 1987. - 663 с.: ил. - Библиогр.: с. 609-647. - Предм. указ.: с. 648-654

2 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.

3 Основы инновационного материаловедения: Монография / О.С. Сироткин. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль; Материаловедение). (обложка) ISBN 978-5-16-004948-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/226469>

4 Физические основы прочности материалов: Учебное пособие / Л.Б. Зуев, В.И. Данилов; Отв. ред. Б.Д. Аннин. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 376 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-137-9, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/470167>

5 Петров, А.П. Современное состояние и перспективы промышленного применения интенсивной пластической деформации и других видов обработки для изготовления объемных металлических полуфабрикатов с ультрамелкозернистой и наноструктурами [Электронный ресурс] / А.П. Петров // Современные технологии обработки металлов и сплавов: Сборник научно-технических статей. - М.: МАТИ: ИНФРА-М, 2015. - с. 7-17. - ISBN 978-5-16-010767-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/515349>

5.3 Периодические издания

1 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2015-2016.

2 Технология машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2015-2016.

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

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

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>

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 оснащены 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.