

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.5 Термическая обработка сталей и сплавов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Повышение износостойкости и восстановление деталей

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.5 Термическая обработка сталей и сплавов» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

протокол № 7 от "21" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Исполнители:

Старший преподаватель

кафедры материаловедения и технологии материалов

должность

подпись

А.С. Кириленко

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.04.01 Машиностроение

код наименование

личная подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

С.А. Декимиров

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Термическая обработка сталей и сплавов» является формирование фундаментальных знаний о структурных и фазовых изменениях в металлах и сплавах при тепловых и комбинированных способах воздействия, а также об основных видах и режимах термической, термомеханической и химико-термической обработки, используемых для получения заданного комплекса механических свойств металлов и сплавов.

Задачи:

- дать знания о классификации видов термической обработки металлов и сплавов;
- дать знания о структурных и фазовых изменениях в металлах и сплавах, вызванных воздействием температуры, пластической деформации и изменением химического состава поверхностного слоя на заданную глубину;
- дать знания о режимах собственно термической, термомеханической и химико-термической видов обработок и влиянии их на механические свойства металлов и сплавов;
- сформировать навыки и умение правильного выбора видов термической обработки материалов, конструкций и деталей машин.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.3 Методология научных исследований, Б1.Д.Б.8 Узлы и детали машиностроительных производств, Б1.Д.В.2 Инструментальные стали и сплавы*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Проектирование процессов при производстве ремонтных заготовок, Б1.Д.В.6 Технология восстановления, упрочнения и обработки поверхностей, Б1.Д.В.Э.3.1 Особенности обработки поверхностей источниками высокой энергии, Б1.Д.В.Э.3.2 Лазерные и плазменные упрочняющие технологии, Б2.П.В.П.1 Технологическая (проектно-технологическая) практика, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-3 Способен выполнять пусконаладочные работы, испытания, разработку и внедрение технологических процессов, осуществляемых на термическом оборудовании в окислительных и других атмосферах, в вакуумных	ПК*-3-В-1 Осуществляет подготовку к выполнению работ по пуску и наладке сложного термического оборудования и отладке технологических процессов ПК*-3-В-2 Планирует и проводит испытания термического оборудования ПК*-3-В-3 Контролирует устранение дефектов термического	<u>Знать:</u> - методы научных исследований строения, свойств и структуры металлов и сплавов после разработанных видов, проектов и программ, связанных с термической обработкой. <u>Уметь:</u> - разрабатывать мероприятия по рациональному выбору и комплексному использованию материалов и способов термической обработки металлов и сплавов, с учетом технологии изготовления, доступности и экономической целесообразности. <u>Владеть:</u> - способами оценки технологических,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
установках	оборудования, выявленных при выполнении пуско-наладочных работ и в процессе эксплуатации	функциональных и эксплуатационных свойств материалов машиностроительного производства после термического упрочнения.
ПК*-4 Способен обеспечивать качество изделий в механосборочном производстве	ПК*-4-В-1 Выявляет причины брака в производстве изделий машиностроения и разрабатывает рекомендации по его предупреждению, организует работы по обеспечению качества изготавливаемых изделий, выполняет инспекционный контроль	<u>Знать:</u> - основы строения и свойств материалов, методы и мероприятия, связанные с изучением свойств и структуры металлов и сплавов машиностроительного производства. <u>Уметь:</u> - организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, направленных на стандартизацию технических средств, систем, процессов, оборудования, задействованных в процессах термической обработки сталей и сплавов. <u>Владеть:</u> - способностью оценки разработанных проектов, программ, технологических процессов и работоспособности оборудования для осуществления термической обработки сталей и сплавов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	36,5	36,5
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	107,5 +	107,5
Вид итогового контроля	экзамен	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Классификация и характеристика видов термической обработки	13	2			11
2	Основные превращения в твердом состоянии, без изменения, с изменением фаз, распад твердого раствора	13	2			11
3	Отжиг I рода	15	2		2	11
4	Отжиг II рода	15	2		2	11
5	Закалка без полиморфных превращений	13	2			11
6	Закалка с полиморфными превращениями	17	2		4	11
7	Старение. Упрочнение при старении	15	2		2	11
8	Отпуск стали. Изменение структуры при отпуске	13			2	11
9	Термомеханическая обработка	15	2		2	11
10	Химико-термическая обработка. Образование диффузионных слоев	15	2		2	11
	Итого:	144	18		16	110
	Всего:	144	18		16	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение. Классификация и характеристика видов термической обработки

Введение. Основы термической обработки (ТО), ее экономическая эффективность: увеличение надежности деталей машин и конструкций, снижение их массы, уменьшение длительности технологических процессов. Виды ТО по классификации А.А. Бочвара. Характеристика и основные контролируемые параметры различных видов ТО.

2 Основные фазовые превращения в твердом состоянии, без изменения, с изменением фаз, распад твердого раствора

Общие закономерности структурных изменений при ТО. Превращения в твердом состоянии и их особенности. Термодинамика фазовых превращений. Тепловой и объемный эффекты и формоизменения при фазовых превращениях в твердом состоянии. Образование и рост кристаллического зародыша новой фазы. Когерентность исходной и новой фазы. Принцип структурного соответствия Донкова-Конобиевского. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Роль границ зерен, дислокаций, дефектов упаковки, включений и микронесплошностей в зарождении фаз. Превращения «беспорядок-порядок». Магнитные превращения. Обратимость при нагреве. Превращение без изменения состава фаз. Полиморфные, сдвиговые и нормальные превращения. Кинетика нормальных превращений при разных температурах.

3 Отжиг I рода

Определение отжига I рода. Гомогенизационный отжиг: недостатки литых сплавов и назначение гомогенизационного отжига, основные и побочные структурные изменения при гомогенизационном отжиге, влияние отжига на структуру и свойства литых и деформируемых сплавов. Гомогенизация с нагревом выше температуры неравновесного солидуса. Области применения гомогенизационного отжига.

Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжиг. Строение и свойства холоднодеформированных металлов и сплавов. Наклеп, текстура деформации и анизотропия свойств. Измене-

ние структуры и свойств при дорекристаллизационном и рекристаллизационном отжиге. Стадии рекристаллизации: первичная, собирательная, вторичная рекристаллизация. Разупрочнение и упрочнение при отжиге после холодной деформации, их природа. Перегрев и пережог при отжиге. Анизотропия свойств отожженного металла.

Отжиг, уменьшающий внутренние остаточные напряжения. Возникновение и значение внутренних остаточных напряжений после различных видов обработки. Виды остаточных напряжений. Механизм уменьшения остаточных напряжений при отжиге. Выбор режима отжига. Циклический отжиг с обработкой холодом для уменьшения остаточных напряжений. Области применения отжига для снятия остаточных напряжений.

4 Отжиг II рода

Отжиг сталей. Процессы аустенизации при нагреве (перлитно-аустенитные превращения). Механизм и кинетика превращений. Влияние скорости нагрева на перлитно-аустенитное превращение. Растворение избыточного феррита в доэвтектоидной стали и карбидов. Гомогенизация и рекристаллизация аустенита. Образование аустенита (в заэвтектоидной стали) из неравновесных структур; влияние структурной наследственности. Величина зерна аустенита. Влияние исходной структуры, легирующих элементов и скорости нагрева на величину аустенитного зерна. Наследственно-мелкозернистые и наследственно-крупнозернистые стали. Влияние величины аустенитного зерна на свойства стали. Перлитное превращение при охлаждении. Диаграммы изотермических превращений переохлажденного аустенита в углеродистых сталях. Зарождение и рост перлитных колоний. Межпластинчатое расстояние в перлите и его зависимость от степени переохлаждения. Размер перлитных колоний. Факторы, влияющие на перлитное превращение. Природа влияния легирующих элементов. Разновидности отжига сталей: полный, сфероидизирующий отжиг инструментальных сталей, изотермический отжиг, нормализация стали. Сравнение структуры и свойств нормализованной и отожженной стали. Патентирование стали.

Отжиг чугунов. Графитизирующий отжиг белого чугуна на ковкий. Механизм графитизации. Стадии графитизации. Меры по уменьшению длительности отжига для устранения отбела. Нормализация чугунов. Отжиг сплавов на основе цветных металлов. Гетерогенизационный отжиг. Отжиг с фазовой перекристаллизацией.

5 Закалка без полиморфных превращений

Нагрев и охлаждение при закалке без полиморфного превращения. Кинетика распада переохлажденного твердого раствора, критическая скорость охлаждения и прокаливаемость. Факторы, влияющие на устойчивость переохлажденного твердого раствора и прокаливаемость. Изменение структуры и свойств при закалке. Применение закалки без полиморфного превращения. Выбор температуры нагрева при закалке. Охлаждающие среды. Дефекты при закалке.

6 Закалка с полиморфными превращениями

Мартенситное превращение. Термодинамика мартенситного превращения. Особенности мартенситного превращения. Температуры начала и конца мартенситного превращения. Обратимость мартенситного превращения. Термоупругий мартенсит. Эффект памяти. Кинетика мартенситного превращения. Атермическое, взрывное и полностью изотермическое превращение. Термическая стабилизация. Влияние деформации исходной фазы на кинетику мартенситного превращения. Микроструктура и субструктура сплавов, закаленных на мартенсит. Морфология мартенсита. Пластинчатый и реечный мартенсит. Переход от одного типа мартенсита к другому. Крупно-, мелко-, и скрытокристаллический мартенсит. Изменение свойств сплавов при закалке на мартенсит. Упрочнение при закалке, его природа. Причины охрупчивания при закалке сталей.

Бейнитное превращение. Кинетика и механизм. Строение бейнита. Свойства сталей с бейнитной структурой. Механизм охлаждения и выбор охлаждающих сред. Скорости охлаждения в перлитном и мартенситном интервалах при использовании разных охлаждающих сред. Термические и структурные закалочные напряжения. Дефекты закалки. Разновидности закалки. Поверхностная закалка: закалка с нагревом ТВЧ, в электролитах, газопламенная. Остаточный аустенит в закаленной стали. Закалка с обработкой холодом, применение.

7 Старение. Упрочнение при старении

Разновидности старения: старение после закалки, деформации, естественное, искусственное, термическое и деформационное старение. Природа упрочнения при термическом старении. Степень упрочнения при образовании выделений разного типа. Влияние температуры и продолжительности старения, состава сплава в двойных и тройных системах и малых добавок на упрочнение при старении. Ступенчатое старение. Влияние естественного старения на искусственное. Режимы старения. Возврат после старения. Применение операции старения. Особенности старения с участием примесей внедрения. Деформационное старение.

8 Отпуск стали. Изменение структуры при отпуске

Изменение состояния твердого раствора. Двухфазный распад. Образование промежуточных карбидов цементита. Коагуляция карбидов. Изменение дислокационной структуры при отпуске углеродистых сталей. Изменение механических свойств при отпуске. Низкий, средний и высокий отпуск, их применение на практике. Влияние легирующих элементов на структурные изменения. Вторичное твердение при отпуске. Обратимая и необратимая хрупкость сталей. Изотермические диаграммы охрупчивания. Особенности изменения структуры и свойств при отпуске мартенситно-стареющих сталей.

9 Термомеханическая обработка

Определение термомеханической обработки (ТМО). Параметры ТМО. ТМО стареющих сплавов. Влияние холодной деформации на старение. Горячий наклеп, динамическая полигонизация и рекристаллизация. Явление пресс-эффекта. ТМО сталей, закаливаемых на мартенсит: низкотемпературная, высокотемпературная и предварительная. Наследование мартенситом дислокационной структуры деформированного аустенита. Вязкость разрушения сталей, подвергнутых ТМО. Явление наследования и упрочнения при повторной закалке. Контролируемая прокатка.

10 Химико-термическая обработка. Образование диффузионных слоев

Химико-термическая обработка (ХТО). Определение ХТО (поверхностного легирования). Факторы, определяющие оптимальную глубину слоя и переходной зоны, концентрацию насыщающего элемента. Диффузия при насыщении поверхности. Реакции на поверхности металла и перенос вещества из внешней среды при насыщении из твердой, жидкой и парогазовой фазы. Последовательность образования диффузионных слоев в связи с диаграммой состояния: причины отклонения химического и фазового состава слоя от равновесного. Термодинамическая активность компонентов и явление восходящей диффузии в многокомпонентных сплавах. Насыщение неметаллами.

Цементация стали. Диаграмма состояния Fe-Fe₃C. основные химические реакции и кинетика процесса. Выбор среды для цементации, углеродный потенциал, термодинамическая активность углерода в легированной стали. Состав и структура слоя и сердцевины. ТО после цементации. Прочность цементированного слоя. Конструктивная прочность детали. Разновидности цементации, параметры, области применения.

Азотирование стали, диаграмма состояния Fe-N. Основные химические реакции и кинетика азотирования, состав, структура и свойства слоя. Разновидности азотирования. Стали для азотирования, параметры азотирования. Области применения азотирования.

Нитроцементация и цианирование, особенности совместной диффузии азота и углерода, состав, структура и свойства слоя. Разновидность процессов. Стали для нитроцементации и цианирования. Области применения нитроцементации и цианирования.

Борирование, основные химические реакции, структура и свойства слоя. Сульфатирование. Осаждение соединений (карбидов, нитридов, боридов, силицидов) на поверхности металла.

Насыщение металлами. Основные химические реакции и кинетика насыщения из гальванических покрытий, расплавов, порошков, паст, паров соединений металлов; вакуумные процессы. Хромирование, алитирование, силицирование, цинкование. Структура и свойства слоев. Многокомпонентное насыщение.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Изменение структуры и свойств металлов при дорекристаллизационном и рекристаллизационном отжиге I рода	2
2	4	Влияние основных параметров отжига II рода на изменение структурно-фазового состояния углеродистых сталей	2
3	6	Изменение структуры и свойств углеродистых и легированных сталей при закалке с полиморфными превращениями	4
4	7	Старение алюминиевых сплавов	2
5	8	Отработка режимов отпуска на примере быстрорежущих и дисперсионно-твердеющих сталей	2
6	9	Влияние степени деформации на механизм фазовых превращений, структуру и свойства конструкционных сталей на этапе термомеханического превращения	2
7	10	Цементация низкоуглеродистой стали. Термическая обработка после цементации	2
		Итого:	16

4.4 Курсовая работа (3 семестр)

В курсовой работе необходимо: назначить оптимальный режим термической обработки для изделий (марок сплавов), указанных в задании; объяснить превращения в сплавах, вызванные нагревом и охлаждением в соответствии с выбранным режимом термической обработки; указать микроструктуру и твердость после термической обработки для перечисленной номенклатуры изделий (по согласованию с преподавателем может быть выбрано другое изделие и марка сплава):

- 1 Болты фланцевых соединений трубопроводов высокого давления сечением 20 мм из стали 30ХМ.
- 2 Фильтры (волоочильные доски) для волочения медных прутков в холодном состоянии из стали Х12М.
- 3 Рессоры грузового автомобиля из стали 60С2Н2А (толщина рессор 10 мм).
- 4 Сверла для обработки стали с твердостью 260-280 НВ из быстрорежущей стали Р6М5 (диаметр сверла 15 мм).
- 5 Сверла для обработки стали с твердостью 300-350 НВ из быстрорежущей стали Р18 (диаметр сверла 20 мм).
- 6 Плашки круглые из стали ХВГ для получения резьбы в изделиях из мягких материалов.
- 7 Гибочные штампы, работающие без ударных нагрузок из стали Х6ВФ.
- 8 Гибочные штампы, работающие без ударных нагрузок из стали Х12М.
- 9 Детали шарикоподшипника (шарики диаметром 10 мм) из стали ШХ9.
- 10 Кольца из стали ШХ15.
- 11 Прессованный профиль из дуралюмина Д16.
- 12 Слиток из стали 40 перед горячей обработкой давлением, масса слитка 16 т.
- 13 Лист из стали Ст08кп, деформированный в холодном состоянии.
- 14 Объяснить структурные изменения и свойства сплавов при старении. Выбрать режим полного старения для сплава АЛ9.
- 15 Резьбовые фрезы из стали Р6М5.
- 16 Резьбовые фрезы из стали Р18.
- 17 Резьбовые фрезы из стали Р12.
- 18 Червячные фрезы из стали Р12Ф3.
- 19 Червячные фрезы из стали Р8М3.
- 20 Штампы для холодного прессования (выдавливания) из стали Х12Ф1.

21 Молотовый штамп (с наименьшей стороной 3000 мм) для горячего деформирования из стали 5ХНМ.

22 Штамп для горячего деформирования медных сплавов из стали 4Х4ВМФС.

23 Картер двигателя внутреннего сгорания из силумина АЛ4.

24 Форма для литья под давлением алюминиевых сплавов из стали 4Х5МФ1С.

25 Валок прокатного стана из чугуна ВЧ60.

Примерная тема курсовой работы: «Разработка оптимального режима термической обработки для болтов фланцевых соединений трубопроводов высокого давления сечением 20 мм из стали 30ХМ».

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 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. - Старый Оскол : ТНТ, 2013, 2018 - 536 с. : ил. - Предм. указ.: с. 515-518. - Термины и определения: с. 519-524. - Библиогр.: с. 525-527. - ISBN 978-5-94178-338-0.

2 Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Машиностроение" / С. И. Богодухов [и др.]; под ред. С. И. Богодухова. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 464 с. : ил.; 53,94 печ. л. - Библиогр.: с. 412-413. - Прил.: с. 414-461. - ISBN 978-5-94178-468-4.

5.2 Дополнительная литература

1 Волков, Г. М. Материаловедение [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2013. - 448 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - (Техника и технические науки). - Прил.: с. 428-441. - Библиогр.: с. 442. - ISBN 978-5-4468-0145-9.

2 Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для студентов машиностроит. вузов / А. М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского.- 5-е изд., испр. - М. : Машиностроение, 2003. - 512 с. : ил. - ISBN 5-217-03198-0; 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Машиностроение, 2005. - 592 с. : ил. - ISBN 5-217-03311-8.

3 Краткая энциклопедия по структуре материалов [Текст] / под ред. Д. В. Мартина; пер. с англ. А. А. Шустикова, под ред. Н. И. Бауровой. - М.: Техносфера, 2011. - 608 с.: ил., табл. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-94836-279-3.

5.3 Периодические издания

1 Материаловедение : журнал. - М. : ООО «Наука и технологии», 2020-2023.

2 Вопросы материаловедения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2023.

3 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2023.

4 Технология машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2023.

5.4 Интернет-ресурсы

1 Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»: [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>

2 Все о металлургии: [сайт]. – Режим доступа: <http://metal-archive.ru>

3 Термохим: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.termohim.com>

4 База данных свойств материалов MatWeb: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.matweb.com>

5 Перспективные технологии и новые разработки: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.sibpatent.ru>

6 Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Металловедение и термическая обработка металлов» : [сайт]. – Режим доступа: <http://mitom.folium.ru>

7 Ежемесячный научно-технический журнал «Деформация и разрушение материалов» : [сайт]. – Режим доступа: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=14

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

1 Операционная система РЕД ОС.

2 Пакет офисных приложений LibreOffice.

3 Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.

4 Яндекс.Браузер – браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка Blink (бесплатная версия). Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

5 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа: <http://aist.osu.ru>.

6 Термическая обработка сталей и сплавов [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / А. С. Кириленко, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2023-2024]. – Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – <https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=23930>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, курсового проектирования, 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.

Для проведения занятий лабораторного типа и курсового проектирования используется оборудование кафедры материаловедения и технологии материалов, находящееся в лабораториях металловедения, оптической и электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа, лазерных технологий, высокотемпературной обработки материалов:

- лабораторные муфельные печи;
- вакуумная электротермическая установка КБ 124;
- индукционная высокочастотная установка для нагрева LH-30кW-B;
- стационарные твердомеры ТК-2М;
- стационарный твердомер ТН-301;
- микротвердомер ПМТ-3М;
- шлифовально-полировальный станок для подготовки металлографических образцов;
- металлографические микроскопы с цифровой камерой и системой компьютерной обработки изображений;
- микроскоп Альтами МЕТ 3 (цифровой металлографический комплекс);
- электронный растровый микроскоп с системой анализа распределения химических элементов Jeol-6000;
- микровизор металлографический μ Vizo-MET-221;
- лазерная технологическая установка «МУЛ-1».

Для обучения и контроля предусмотрено применение тематических стендов, информационно-измерительных систем, комплектов плакатов, схем, натуральных образцов, таблиц, раздаточного материала для иллюстраций лекций.