

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Научно-образовательный центр новых материалов и перспективных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Теория и технология термической и химико-термической обработки»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления подготовки)

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

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Теория и технология термической и химико-термической обработки» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Научно-образовательный центр новых материалов и перспективных технологий
наименование кафедры

протокол № 6 от "14" февраля 2024 г.

Директор
Научно-образовательного центра новых материалов и перспективных технологий
наименование кафедры



подпись

Крылова С.Е.

расшифровка подписи

Исполнители:

профессор
должность



подпись

Крылова С.Е.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код наименование



личная подпись

Крылова С.Е.

расшифровка подписи

/Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



С.А. Бигалиева

личная подпись

Бигалиева Н.Н.

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ



личная подпись

Черноусова А.М.

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Крылова С.Е., 2024

© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» 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 влияние 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.В.2 Материаловедение*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.12 Контроль качества готовых изделий, Б2.П.В.П.3 Научно-исследовательская работа*

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*-1 Способен использовать на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой	ПК*-1-В-1 Использует на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой	Знать: современные научные достижения в области разработки передовых технологий термической и химико-термической обработки Уметь: анализировать и производить оценку современных научных достижений в области термической обработки металлов и сплавов Владеть: методологическими принципами генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ПК*-8 Способен проводить анализ и диагностику сложных технологических комплексов термического	ПК*-8-В-1 Проводит оперативную оценку основных факторов и оптимизацию процессов термической и химико-термической обработки,	Знать: - технологические процессы производства, обработки и термического упрочнения покрытий, материалов и изделий из них, а также системы управления технологическими процессами

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
производства	реализованных на сложных технологических комплексах термического производства ПК*-8-В-2 Контролирует результаты процессов термической и химико-термической обработки на основе методов разрушающего и неразрушающего контроля и установленных закономерностей образования дефектов обрабатываемых деталей	термической, термомеханической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Уметь: - разрабатывать технологические процессы термической, термомеханической и химико-термической обработки металлов и сплавов, в том числе с применением САУ. Владеть: - готовностью участвовать в разработке технологических процессов термической, термомеханической и химико-термической обработки металлов и сплавов; - способностью использовать системы управления технологическими процессами термической, термомеханической и химико-термической обработки.
ПК*-11 Способен формировать инструментальное обеспечение новых термических производств	ПК*-11-В-1 Разрабатывает и внедряет методики измерений параметров технологических процессов термической обработки ПК*-11-В-2 Разрабатывает технические задания на проектирование специальных средств измерений для термической обработки ПК*-11-В-4 Настраивает средства измерения и системы управления технологическими процессами термической обработки	Знать: - основы механизации и автоматизации производственных процессов термической, термомеханической и химико-термической обработки, принципы выбора и эксплуатации оборудования и оснастки, методов и приемов организации труда термического отделения, цеха или участка производства. Уметь: - обеспечивать эффективное, экологически и технически безопасное термическое производство на основе механизации и автоматизации производственных процессов термической, термомеханической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Владеть: - способностью оптимального выбора и ввода в эксплуатацию процессов оборудования и оснастки термического производства и методов организации труда в подразделениях, осуществляющих термическую, термомеханическую и химико-термическую обработку металлов и сплавов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	180	288
Контактная работа:	46,5	51,25	97,75
Лекции (Л)	16	18	34

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Практические занятия (ПЗ)	14	16	30
Лабораторные работы (ЛР)	14	16	30
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям	61,5 +	128,75	190,25
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Классификация и характеристика видов термической обработки	14	2	2		10
2	Основные превращения в твердом состоянии, без изменения, с изменением фаз, распад твердого раствора	20	2	2	4	12
3	Отжиг I рода	26	4	4	4	14
4	Отжиг II рода	30	6	4	6	14
5	Закалка без полиморфных превращений	18	2	2		14
	Итого:	108	16	14	14	64

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Закалка с полиморфными превращениями	40	6	4	4	26
7	Старение. Упрочнение при старении	34	2	4	2	26
8	Отпуск стали. Изменение структуры при отпуске	34	2	2	4	26
9	Термомеханическая обработка	36	4	4	2	26
10	Химико-термическая обработка. Образование диффузионных слоев	36	4	2	4	26
	Итого:	180	18	16	16	130
	Всего:	288	34	30	30	194

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение. Классификация и характеристика видов термической обработки

Введение. Основы термической обработки, 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 термической обработке. 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 микронисплошностей 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 отжиги. Строение и свойства холоднодеформированных металлов и сплавов. Наклеп, текстура деформации и анизотропия свойств. Изменение 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, сферодизирующий 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. Стадия 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. А термическое, 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 ТМО. Параметры ТМО. ТМО стареющих сплавов. Низкотемпературная, высокотемпературная и предварительная. 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. Т.О 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. Сульфационирование. 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.	4
2	4	Влияние основных параметров отжига II рода на изменение структурно-фазового состояния углеродистых сталей.	4
3	5	Закалка без полиморфных превращений сплавов на основе меди, алюминия, титана.	6
4	6	Изменение структуры и свойств углеродистых и легированных сталей при закалке с полиморфными превращениями.	4
5	7	Старение алюминиевых сплавов.	2
6	8	Отработка режимов отпуска на примере быстрорежущих и дисперсионно-твердеющих сталей.	4
7	9	Влияние степени деформации на механизм фазовых превращений, структуру и свойства конструкционных сталей на этапе термомеханического превращения.	2
8	10	Цементация низкоуглеродистой стали. Термическая обработка после цементации.	4
		Итого:	30

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Экономическая эффективность различных режимов термической обработки. Увеличение надежности деталей машин и конструкций, снижение их массы, уменьшение длительности технологических процессов.	2
2	2	Превращения с изменением состава фаз. Термодинамическая активность компонентов и их диффузия. Полиморфные превращения с изменением состава фаз.	2
3	3	Температура начала и конца рекристаллизации, влияние на их степени деформации, времени отжига, чистоты металла. Правило А.А. Бочвара.	2
4	4	Термокинетические диаграммы превращения аустенита. Влияние скорости охлаждения на критические точки, структуру и свойства стали.	4
5	5	Многостадийность распада твердого раствора. Кинетика распада твердого раствора: непрерывный и прерывистый распад.	4
6	6	Прокаливаемость и критическая скорость охлаждения. Влияние разных факторов на прокаливаемость. Температура нагрева под закалку. Влияние	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		скорости нагрева на выбор температуры закалки.	
7	7	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.	4
8	8	Вторичное твердение при отпуске. Обратимая и необратимая хрупкость сталей. Изотермические диаграммы охрупчивания.	2
9	9	Термомеханическая обработка мартенсито-стареющих сталей.	4
10	10	Факторы, определяющие структуру диффузионного слоя и переходной зоны, размеры и ориентировку частиц второй фазы, текстуру, величину зерна. Явление восходящей диффузии в многокомпонентных сплавах.	2
		Итого:	30

4.5 Курсовая работа

В курсовой работе необходимо: назначить оптимальный режим термической обработки для изделий, указанных в задании марок сплавов; 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:

1. Болты фланцевых соединений трубопроводов высокого давления сечением 20мм 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 10мм).
4. Сверла для обработки стали с твердостью 260-280НВ из Р6М5, Ф15мм.
5. Сверла для обработки стали с твердостью 300-350НВ из Р18, Ф20мм.
6. Плашки круглые из стали ХВГ для нарезания 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 Ф10мм) из стали ШХ9.
10. Кольца из стали ХШ15.
11. Прессованный профиль из дуралюмина Д16.
12. Слиток из стали 40 перед горячей обработкой давлением, вес слитка 16т.
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 Р8МЗ.
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 45ВМФС.
23. Картер двигателя внутреннего сгорания из силумина АЛ4.
24. Форма для литья под давлением алюминиевых сплавов из стали 2Х9ВФ.
25. Валок прокатного стана из чугуна ВЧ60.

Примерная тема курсовой работы: «Разработка оптимального режима термической обработки для болтов фланцевых соединений трубопроводов высокого давления сечением 20мм 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. - 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.

2 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

5.2 Дополнительная литература

1 Волков, Г. М. Материаловедение [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным специальностям / 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.

2 Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов: учеб. для студентов машиностроительных ВУЗов / А. М. Дальский и [др.]; под общ. ред. А. М. Дальского. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. –592 с. – 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», 2020-2024.

2 Вопросы материаловедения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2024.

3 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2024.

4 Технология машиностроения : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1 Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012869>

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

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

4 Химико-термическая обработка стали: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.referat.ru/referat/himiko-termicheskaya-obrabotka-stali>

5 Специальная компьютерная программа тестирования, компьютерная программа «База данных по материалам», интернет доступ по адресам: www.matweb.com, <http://www.materialscience.ru/books.htm>, http://www.material.ru/lectures/lectures_materialoved.htm

6 Перспективные технологии и новые разработки: [сайт].

– Режим доступа: <http://www.sibpatent.ru>

7 Передовые технологии России - комплексный информационный проект: [сайт]. – Режим доступа: <http://www.ptechology.ru>

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

9 Ежемесячный научно-технический и производственный 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 (бесплатная версия)

Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, 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.

Для проведения лабораторных работ и практических занятий используются лаборатории материаловедения, пробоподготовки и структурных исследований, которые имеют следующее оборудование и приборы: оптико-цифровой металлографический микроскоп OLYMPUS DSX1000 (1 шт.); микротвердомер ПМТ-3М; многофункциональный твердомер типа Роквелл марки ОКПД2; шлифовально-полировальный станок для подготовки металлографических образцов Metkon; настольный растровый электронный микроскоп с системой микроанализа JTOL JCM-6000; прецизионный металлографический отрезной станок, MICRCUT 151, установка электролитического полирования и травления PULITROL; дифрактометр рентгеновский МД-10; оптико-эмиссионный спектрометр Labspark 1000; комплект образцов высоколегированных сталей (конструкционных, инструментальных, специального назначения); набор химреактивов для травления образцов микрошлифов; сканер механических напряжений "Stress Vision LAB"; комплект кодотранспорантов по курсу материаловедение; плакаты.