

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Уровень высшего образования:	<i>Магистратура</i>
Направление подготовки	<i>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i>
Направленность (профиль)	<i>Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий</i>
Квалификация выпускника:	<i>Магистр</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составитель:	<i>Доцент Шахназаров К.Ю.</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Основы термодинамики и термического анализа» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 **«Материаловедение и технологии материалов»**, утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24.04.2018;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки **«22.04.01 Материаловедение и технологии материалов»** направленность (профиль) **«Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий»**.

Составитель: _____ к.т.н, доцент Шахназаров К.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 15.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор, д.т.н. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

-дать будущим магистрам по материаловедению и технологии материалов базовые знания, умения и навыки по основам термодинамики и термическому анализу.

Основные задачи дисциплины:

- сформировать представление о теории температурной зависимости измеряемых свойств, а также дать представление о физико-химических процессах, протекающих в современных и перспективных материалах при изменении температуры в процессе получения конечной продукции;

- научить выполнять термоаналитический эксперимент на стандартном оборудовании и обрабатывать его результаты, подготовить отчет о результатах термоаналитического измерения;

- ознакомить с навыками использования методов термического анализа для решения задач научного исследования (выбор метода, прибора, программы измерения).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы термодинамики и термического анализа» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается во 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы термодинамики и термического анализа» являются «Материаловедение и технология современных и перспективных материалов»; «Теория электронного строения твердых тел»; «Диффузия в твердых телах», «Физические основы лазерного излучения», «Взаимодействие лазерного излучения с веществом»/

Дисциплина «Основы термодинамики и термического анализа» является основополагающей для прохождения практик: «Производственная практика - научно-исследовательская работа - Производственная практика, часть 2», «Производственная практика - преддипломная практика - Преддипломная практика», а также для написания выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является получение знаний в области физико-химических и термодинамических основ процессов, приводящих к структурным изменениям в металлах и сплавах.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины ««Основы термодинамики и термического анализа» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области	ОПК-1	ОПК-1.1. Уметь решать профессиональные задачи в области материаловедения, используя фундаментальные знания, применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
материаловедения и технологии материалов .		профессиональной деятельности.
		ОПК-1.2. Использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.
ПКО-1. Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.	ПКО-1	ПКО-1.1. Демонстрировать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.
		ПКО-1.2. Устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств.
Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	ПКО-3	ПКО-3.2. Уметь анализировать данные о химическом составе и структуре материалов, способах их формирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часа.

Виды учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия (всего), в том числе	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС)	60	60
Курсовая проект (работа)	-	-
Реферат	12	12
Подготовка отчета по практическим занятиям	16	16
Подготовка отчета по лабораторным работам	16	16
Работа с литературой	16	16
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины (час.)	-	-
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)а
Раздел 1 «Введение. Основные понятия термодинамики».	10	2	-	-	8
Раздел 2 «Тепловые свойства конденсированных сред».	12	4	-	-	8
Раздел 3 «Возможности современных термодинамических методик в исследовании конденсированных сред».	10	2	-	-	8
Раздел 4 «Диаграммы состояний».	18	2	4	-	12
Раздел 5 «Термический анализ».	32	4	8	8	12
Раздел 6 «Изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии».	26	2	4	8	12
Итого:	108	16	16	16	60

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение. Основные понятия термодинамики.	Основные термодинамические функции и связь между ними.	2
2.	Тепловые свойства конденсированных сред.	Первое и второе начало термодинамики. Равновесие фаз и фазовые превращения в конденсированных средах	4
3.	Возможности современных термодинамических методик в исследовании конденсированных сред	Определение температуры и энтальпии фазовых переходов, определение чистоты материалов, определение удельной теплоемкости, определение энергии активации процессов, построение фазовых диаграмм состояния, определение коэффициента теплового расширения, определение степени кристалличности материалов, изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии.	2
4.	Диаграммы состояний	Основные типы диаграмм состояния. Термический, калориметрический и металлографические методы построения диаграмм состояния. Связь физико-механических свойств с диаграммами состояний. Тройные, четверные и многокомпонентные диаграммы состояния	2
5.	Термический анализ.	История появления и развития термических методов исследования вещества, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрический анализ, термомеханический анализ, современное термоаналитическое оборудование	4
6.	Изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии	Определение температуры и энтальпии фазовых переходов, определение чистоты материалов, определение удельной теплоемкости, определение энергии активации процессов, определение коэффициента теплового расширения, определение степени, кристалличности материалов, изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии	2
Итого:			16

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 4	Диаграммы состояний	4
2.	Раздел 5	Термический анализ.	8
3.	Раздел 6	Изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии	4
Итого:			16

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 5	Термический анализ	8
2.	Раздел 6	Изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии	8
Итого:			16

4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного

активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение.

1. Опишите краткий исторический очерк развития термодинамики.
2. Что такое термодинамическая система?
3. В чем заключается термодинамический метод исследования?
4. В чем заключается термодинамический процесс?
5. Опишите параметры термодинамической системы.

Раздел 2. Основы термодинамики. Тепловые свойства конденсированных сред.

1. Первый закон термодинамики с учетом переменной массы.
2. Применение первого закона термодинамики к круговому процессу.
3. Перечислите основные термодинамические процессы.
4. Приложение первого закона термодинамики к идеальным газам.
5. Второй закон термодинамики.

Раздел 3. Возможности современных термодинамических методик в исследовании конденсированных сред.

1. Приведите применение первого закона термодинамики к круговому процессу?
2. Применение второго закона термодинамики к идеальным газам?
3. Опишите свойства идеального газа?
4. Приведите опыты Гей-Люссака, Бойля и Мариотта.
5. Опишите термическое уравнение состояния.

Раздел 4. Диаграммы состояния.

1. Основные методы построения диаграмм состояния.
2. В чем особенность построения диаграмм состояния термическим методом.
3. Перечислите основные типы диаграмм состояния для сплавов.
4. Закон Курнакова для сплавов-смесей.
5. Связь физико-механических свойств с диаграммами состояния.

Раздел 5. Термический анализ.

1. История появления и развития термических методов исследования вещества?
2. В чем заключается дифференциальная сканирующая калориметрия?
3. Опишите термогравиметрический анализ?
4. В чем заключается термомеханический анализ.
5. Перечислите основные виды оборудования для проведения термического анализа.

Раздел 6. Изучение процесса диффузии и определение коэффициента диффузии

1. Дайте определение энтальпии и энтропии.
2. Как определить температуру и энтальпию фазовых переходов?
3. Дайте определение удельной теплоемкости.
4. Как определить коэффициент линейного расширения материалов?
5. Перечислите методы определения кристалличности материалов.

6.1.1. Примерные темы рефератов

1. Фазовые превращения в конденсированных средах.
2. Основные параметры и методы управления ими при фазовых переходах в сплавах.
3. Принципы построения фазовых диаграмм состояния.
4. Термический и калориметрический анализ.
5. Сканирующая калориметрия.
6. Термомеханический анализ.
7. Термогравиметрический анализ.

8. Практические методы определения основных термодинамических параметров.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Краткий исторический очерк развития термодинамики?
2. Что такое термодинамическая система?
3. В чем заключается термодинамический метод исследования?
4. Что такое термодинамический процесс?
5. Приведите параметры термодинамической системы?
6. Опишите уравнение состояния?
7. Дайте определение первого закона термодинамики?
8. В чем заключается принцип эквивалентности теплоты и работы, опыт Джоуля?
9. Что такое внутренняя энергия и энтальпия?
10. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой и открытой систем
11. В чем заключается первый закон термодинамики?
12. Приведите примеры применения первого закона термодинамики к круговому процессу?
13. Опишите приложение первого закона термодинамики к идеальным газам?
14. В чем заключаются свойства идеального газа?
15. Опишите опыты Гей-Люссака, Бойля и Мариотта?
16. Что такое термическое уравнение состояния?
17. В чем заключается внутренняя энергия и энтальпия идеального газа?
18. Дайте определение теплоемкости?
19. Дайте определение второго закона термодинамики?
20. Теорема Карно?
21. Что означает химическое равновесие. Принцип Ле Шателье – Брауна?
22. Интеграл Клаузиуса для обратимого кругового процесса?
23. В чем заключается закон Гесса и закон Кирхгофа?
24. В чем заключается закон Вант-Гоффа?
25. Опишите тепловой закон Нернста?
26. Дайте определение параметров пика плавления металла на ДСК?
27. Что такое ЭДС термопары?
28. В чем заключается калибровка приборов термического анализа по температуре?
29. Дайте определение теплоемкости – модель Эйнштейна?
30. Дайте определение теплоемкости – модель Дебая?
31. Дайте определение теплоемкости – модель Тарасов?
32. Что такое термоэлектрические эффекты и коэффициенты?
33. Как определить коэффициент термического расширения?
34. Опишите устройство ТМА и его назначение?
35. Как определить фазовые переходы в металлах?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

1.	Термическая обработка, при которой сталь нагревают выше линии Ас ₃ , выдерживают и охлаждают вместе с печью:	1. Полный отжиг. 2. Нормализация. 3. Полная закалка. 4. Неполная закалка.
2.	Полный отжиг применяют:	1. С целью измельчения зерна. 2. Для устранения внутренних напряжений.

		<p>3. Для устранения наклепа.</p> <p>4. Для улучшения обрабатываемости резанием.</p>
3.	При термической обработке стали происходят следующие основные изменения:	<p>1. форма и размеры детали.</p> <p>2. структурные изменения.</p> <p>3. физико-механические свойства.</p> <p>4. химический состав стали.</p>
4.	При отжиге стали охлаждение проводится:	<p>1. с большой скоростью.</p> <p>2. с очень малой скоростью (охлаждение с печью).</p> <p>3. с любой скоростью.</p> <p>4. как угодно.</p>
5.	Условиями, обуславливающими необходимость применения рекристаллизационного отжига для сплавов являются:	<p>1. наличие у сплава фазовых превращений в твердом состоянии.</p> <p>2. изменение растворимости компонентов сплава в твердом состоянии.</p> <p>3. наличие предварительной холодной пластической деформации (наклепа) сплава.</p> <p>4. наличие у сплава структурных превращений в твердом состоянии.</p>
6.	Термическая обработка стали, заключающаяся в нагреве, выдержке и последующем охлаждении на воздухе, называется:	<p>1. нормализацией.</p> <p>2. отжигом.</p> <p>3. закалкой.</p> <p>4. отпуском.</p>
7.	При нормализации деталь охлаждают:	<p>1. рекристаллизационным</p> <p>2. диффузионным</p> <p>3. полным</p> <p>4. сфероидизирующим</p>
8.	Какую структуру имеют доэвтектоидные стали после нормализации?	<p>1. Перлит и цементит;</p> <p>2. мартенсит;</p> <p>3. феррит и цементит;</p> <p>4. феррит и перлит.</p>
9.	При отжиге деталь охлаждают:	<p>1. на воздухе;</p> <p>2. в воде;</p> <p>3. с печью;</p> <p>4. в масле.</p>
10.	Гомогенизирующий отжиг приводит к:	<p>1. повышению неоднородности металла</p> <p>2. повышению однородности металла</p> <p>3. понижению твердости металла</p> <p>4. повышению твердости металла</p>
11.	При отжиге стали охлаждение проводится:	<p>1. С большой скоростью охлаждения (в воде).</p> <p>2. С очень малой скоростью охлаждения (охлаждение с печью).</p> <p>3. С любой скоростью охлаждения.</p> <p>4. В полимерных закалочных средах.</p>
12.	При кристаллизации металлических слитков и отливок наблюдается неоднородность в	<p>1. полным</p> <p>2. диффузионным (гомогенизацией)</p>

	распределении химических элементов по их сечению, которую можно устранить отжигом:	3. рекристаллизационным 4. неполным
13.	Термическая операция, состоящая в нагреве металла в неустойчивом состоянии, полученном предшествующими обработками, выдержке при температуре нагрева и последующем медленном охлаждении для получения структур, близких к равновесному состоянию, называется:	1. нормализацией. 2. отжигом. 3. закалкой. 4. отпуском.
14.	Неполный отжиг применяют:	1. С целью измельчения зерна. 2. Для устранения внутренних напряжений. 3. Для устранения наклепа. 4. Для улучшения обрабатываемости резанием.
15.	Инструментальные углеродистые стали подвергают отжигу на зернистый перлит с целью:	1. Измельчения зерна. 2. Для устранения внутренних напряжений. 3. Для снижения твердости перед обработкой резанием. 4. Для устранения наклепа.
16.	Нормализация высокопрочных сталей это:	1. нагрев выше A_{c3} и охлаждение в масле. 2. нагрев выше A_{c3} и охлаждение с печью. 3. нагрев выше линии солидуса и охлаждение в полимерной жидкости. 4. нагрев выше A_{c3} и охлаждение на воздухе
17.	Сталь, для которой отжиг можно заменить более дешевой термической обработкой-нормализацией:	1. Малоуглеродистая. 2. Среднеуглеродистая. 3. Высокоуглеродистая 4. Высоколегированная.
18.	Нагрев высокопрочных сталей выше линии A_{c3} , выдержка и охлаждение на воздухе называется:	1. патентированием. 2. гомогенизацией. 3. изотермической закалкой. 4. нормализацией.
19.	При нормализации сталь охлаждают:	1. В воде. 2. В масле. 3. На воздухе. 4. Вместе с печью.
20.	Укажите основное назначение закалки без полиморфного превращения:	1. Подготовка сплава к старению. 2. Повышение прочности. 3. Повышение пластичности. 4. Повышение твердости.

Вариант 2

1.	Дислокациями в сталях называются:	1. неметаллические включения. 2. линейные дефекты кристаллической решетки. 3. скопления сульфидов.
----	-----------------------------------	--

		4. границы зерен.
2.	Закалка стали может проводиться в:	1. керосине 2. спирте 3. масле 4. кислоте
3.	Нагрев сталей выше линии A_{c3} , выдержка и охлаждение со скоростью выше критической называется:	1. полной закалкой. 2. старением. 3. отпуском. 4. нормализацией. 5. отжигом.
4.	Критической скоростью при закалке сталей называется:	1. минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры 2. максимальная скорость охлаждения, при которой аустенит еще распадается на структуры перлитного типа. 3. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения трооститной структуры. 4. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры.
5.	Способность материалов сопротивляться внедрению другого, более твердого тела называется:	1. прочностью. 2. упругостью. 3. вязкостью. 4. твердостью.
6.	Прочностью называют способность материалов сопротивляться:	1. внедрению инородного тела. 2. износу и кавитации. 3. циклической нагрузке. 4. пластической деформации и разрушению под действием внешней нагрузки.
7.	Внутренними концентраторами напряжений в сталях являются:	1. острые углы. 2. отверстия с малым диаметром. 3. поверхностные трещины. 4. неметаллические включения.
8.	Укажите основное назначение закалки без полиморфного превращения:	1. Подготовка сплава к старению. 2. Повышение прочности. 3. Повышение пластичности. 4. Повышение твердости.
9.	Закаливаемость стали характеризуется:	1. максимальным диаметром сечения образца сквозной закалки; 2. твердостью поверхностного слоя; 3. содержанием углерода в стали; 4. твердостью и содержанием углерода в стали.
10.	Обезуглероживание поверхности деталей при закалке происходит	1. неравномерного изменения объема детали при нагреве и охлаждении;

	вследствие:	2. низкой температуры нагрева под закалку; 3. высокой температуры нагрева; 4. длительности нагрева при высокой температуре.
11.	Укажите кристаллическую решетку мартенсита:	1. объемно-центрированная кубическая; 2. гранецентрированная кубическая; 3. ромбическая; 4. тетрагональная.
12.	От многих деталей при эксплуатации требуется повышенная твердость и износостойкость только в поверхностном слое. Это достигается термической обработкой:	1. закалкой 2. отпуском 3. нормализацией 4. поверхностной закалкой
13.	При закалке мартенсит образуется из аустенита при охлаждении последнего со скоростью, большей критической ($V_{кр}$). Такую скорость при закалке углеродистых сталей обеспечивает охлаждающая среда:	1. воздух 2. масло 3. водные растворы, вода 4. керосин
14.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой стали до 350–400 °С, называется:	1. сорбит отпуска; 2. мартенсит отпуска; 3. троостит отпуска; 4. бейнит отпуска.
15.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой стали до 500–600 °С, называется:	1. сорбит отпуска; 2. мартенсит отпуска; 3. троостит отпуска; 4. бейнит отпуска.
16.	Термическая обработка (нагрев и последующее быстрое охлаждение), после которой материал находится в неравновесном структурном состоянии, несвойственном данному материалу при нормальной температуре, называется:	1. нормализацией; 2. отжигом; 3. закалкой; 4. отпуском.
17.	Закалка без полиморфного превращения производится:	1. С малыми скоростями охлаждения. 2. С большими скоростями охлаждения. 3. Со скоростью, зависящей от природы сплава. 4. В воде.
18.	Термическая обработка, при которой после нагрева выше критических температур и выдержки следует быстрое охлаждение деталей (в воде, водных растворах и др. средах), называется:	1. отжигом 2. старением 3. улучшением 4. закалкой.
19.	Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения:	1. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава в исходном и закаленном состояниях, от условий закалки, предыдущей обработки. 2. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава.

		<p>3. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава, а зависит от условий закалки и предыдущей обработки.</p> <p>4. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава и не зависит от предыдущей обработки.</p>
20.	Закалка без полиморфного превращения применяется для сплавов:	<p>1. Не испытывающих полиморфных превращений.</p> <p>2. Не испытывающих полиморфных превращений и имеющих неограниченную растворимость одного компонента в другом.</p> <p>3. Не испытывающих полиморфных превращений, но имеющих ограниченную растворимость одного компонента в другом.</p> <p>4. Образующих химические соединения.</p>

Вариант 3

1.	Плотность дислокаций в мартенсите составляет:	<p>1. $10^{10} - 10^{12} \text{ см}^{-2}$.</p> <p>2. $10^2 - 10^4 \text{ см}^{-2}$.</p> <p>3. $10^{20} - 10^{22} \text{ см}^{-2}$.</p> <p>4. $10^3 - 10^5 \text{ см}^{-2}$.</p>
2.	Скорость образования кристаллов мартенсита достигает:	<p>1. 100 м/с.</p> <p>2. 10 м/с.</p> <p>3. 1000 м/с.</p> <p>4. 0,1 м/с.</p>
3.	Пластины мартенсита располагаются под углами:	<p>1. $45^\circ, 90^\circ$.</p> <p>2. $15^\circ, 30^\circ$.</p> <p>3. $75^\circ, 80^\circ$.</p> <p>4. $60^\circ, 120^\circ$.</p>
4.	При отжиге стали охлаждение проводится:	<p>1. С большой скоростью охлаждения (в воде).</p> <p>2. С очень малой скоростью охлаждения (охлаждение с печью).</p> <p>3. С любой скоростью охлаждения.</p> <p>4. В полимерных закалочных средах.</p>
5.	Пластинчатый мартенсит образуется в:	<p>1. Высокоуглеродистых сталях.</p> <p>2. Среднеуглеродистых сталях.</p> <p>3. Низкоуглеродистых сталях.</p> <p>4. Безуглеродистых сталях.</p>
6.	С увеличением содержания углерода твердость мартенсита:	<p>1. Растет.</p> <p>2. Падает.</p> <p>3. Не изменяется.</p> <p>4. Сначала падает, потом растет.</p>

7.	Нагрев под закалку высокопрочных дисперсионно-твердеющих сталей осуществляется до температуры:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1400 - 1500 °С. 2. 1000 - 1050°С. 3. 700 - 800°С. 4. 300 - 400°С.
8.	Множественная закалка высокопрочной стали позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. снять внутренние напряжения. 2. повысить электропроводность. 3. измельчить зерно и исправить структуру перегретой стали. 4. повысить окалиностойкость.
9.	Для уменьшения количества остаточного аустенита в структуре высокопрочных сталей применяют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. пескоструйную обработку. 2. индукционный нагрев. 3. обкатку роликами. 4. обработку холодом.
10.	Сверхбыстрый нагрев под закалку позволяет получить:	<ol style="list-style-type: none"> 1. стали со сверхмелким зерном. 2. сверхпроводящие стали. 3. сплавы с особыми упругими свойствами. 4. сплавы с особыми тепловыми свойствами.
11.	После полной (сквозной) прокаливаемости структура высокопрочной стали состоит из:	<ol style="list-style-type: none"> 1. феррито-перлитной смеси. 2. сорбита. 3. верхнего бейнита. 4. мартенсита.
12.	После закалки стали 45 получена структура "мартенсит + феррит ", причиной брака является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрев стали выше оптимальных температур. 2. Нагрев детали ниже оптимальных температур. 3. Время выдержки детали в печи было меньше необходимого. 4. Температура нагрева стали под закалку 500 °С.
13.	Сталь чувствительная к закалочным деформациям:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сталь У8. 2. Сталь 45. 3. Ст 5. 4. Сталь 20.
14.	Сталь будет иметь большую твердость после закалки:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сталь 30. 2. Сталь 45. 3. Сталь 60. 4. У9.
15.	Сталь практически не закаливается:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сталь 10. 2. Сталь 40. 3. Сталь 60. 4. У13.
16.	Структура после правильной закалки стали У13:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мартенсит. 2. Мартенсит +аустенит остаточный. 3.Мартенсит + аустенит остаточный + цементит вторичный. 4. Мартенсит +феррит.
17.	Преимущество в технологичности при термической обработке изделий из мартенситно-	<ol style="list-style-type: none"> 1. простоте конструкции закалочных печей.

	старееющих сталей заключается в:	2. отсутствие поводки. 3. простоте конструкции отпускных печей. 4. отсутствие оборудования для приготовления контролируемых атмосфер.
18.	Закалка с полиморфным превращением и с образованием мартенсита обеспечивает:	1. понижение прочности металла 2. повышение прочности металла 3. повышение пластичности металла 4. повышение упругости металла.
19.	Полная закалка - это закалка стали из однофазного аустенитного состояния. Какая структура получается при полной закалке доэвтектоидных сталей?	1. Мартенсит + цементит вторичный. 2. Мартенсит. 3. Феррит + перлит. 4. Мартенсит + феррит.
20.	Измельчить зерно и исправить структуру перегретой высокопрочной стали можно:	1. многократной закалкой. 2. трехкратным отпуском. 3. гомогенизирующим отжигом. 4. нормализацией.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.2.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий для экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме проведения экзамена:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно

50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Дребущак В.А., Шведенков Г.Ю. Термический анализ. – Новосибирск: Новосибирский госуниверситет, 2003. – 114 с.

https://lib.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/5868/2003-Thermal_analysis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

2. Международная температурная шкала МТШ-90 и термодатчики на сайте National Institute of Standard and Technology <http://srdata.nist.gov/its90/main/>

3. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.

<http://booksonchemistry.com/index.php?id1=3&category=fizhim&author=juravlev-lg&book=2004>

4. Альмяшев В. И., Гусаров В. В. Термические методы анализа: Учеб. пособие. – СПб: СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 1999. <http://etu.chemdm.ru/thermo1999.pdf>

5. Пример отечественного профессионального ресурса по термическому анализу и калориметрии: <http://www.calorimetry-center.ru/>

6. Пример зарубежного обучающего ресурса по термическому анализу: An Introduction to Thermal Analysis Techniques. Н.К.Д.Н. Bhadeshia (University of Cambridge, the Department of Materials Science and Metallurgy)

<http://www.msm.cam.ac.uk/phasetrans/2002/thermal.analysis.html>

7. Литература обучающего и рекламного характера от производителя термоаналитического оборудования: <http://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/literatura-cifrovye-nositeli.html>

8. Лилеев, А. С. Фазовые равновесия и структурообразование : Превращения в твердом состоянии в металлах и сплавах : учебное пособие / А. С. Лилеев, Е. С. Малютина, А. С. Старикова. — Москва : МИСИС, 2010. — 88 с. — ISBN 978-5-87623-385-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117154> (дата обращения: 15.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Пряхин Е. И., Вологжанина С.А., Петкова А.П., Ганзуленко О.Ю. Наноматериалы и нанотехнологии. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Дребущак В.А. Термоэлектричество в термическом анализе и калориметрии. – Новосибирск: Новосибирский госуниверситет, 2009. – 166 с.

2. Дребущак В.А. Теплоёмкость твёрдых тел. – Новосибирск: Новосибирский госуниверситет, 2013. – 156 с.

3. Чеботин В.М. Химическая диффузия в твердых телах. М.: Наука, 1989.

4. Силлен Р. Введение в термический анализ металлов // <http://www.ruscastings.ru/files/file50.pdf>

5. Майорова А.Ф. Термоаналитические методы исследования//СОЖ.- 1998. - №10. - С. 50-54.

6. Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении /Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен.- СПб.: Химиздат, 2004.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Шестак Я. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ: Пер. с англ. М.: Мир, 1987.
2. Физическое металловедение / Под ред. Р. Канна; перевод с англ. под ред. И.И. Новикова. – М: Мир, 1968.
3. Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика: Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.
4. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D458913<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБС "Издательство Лань": электронный адрес: www.e.lanbook.com;
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": электронный адрес: www.biblioclub.ru;
3. ЭБС "Библиороссика": www.bibliorossica.com;
4. Интерактивная БД "Springer": электронный адрес: www.link.springer.com;
5. БД "Scopus": электронный адрес: www.scopus.com;
6. БД "Web of Science": электронный адрес: www.thomsonreuters.com.
7. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
8. Федеральный образовательный портал <http://www.edu.ru>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
10. Европейская цифровая библиотека Europeana <http://www.europeana.eu/portal/> Международный проект, реализуемый при поддержке ЮНЕСКО. В число объектов, представленных на сайте Мировой цифровой библиотеки, входят рукописи, карты, редкие книги, музыкальные партитуры, фильмы, снимки, фотографии и архитектурные чертежи. Библиотека содержит документы на 40 языках мира.
11. Википедия: свободная многоязычная энциклопедия <http://wikipedia.org>
12. Historic.Ru: Всемирная история <http://historic.ru/books/> Представлены материалы по истории многих стран и цивилизаций, исторические карты.
13. Биографии исторических личностей <http://www.biografia.ru>
14. Биографии: <http://biografia.ru>
15. Энциклопедия людей и идей <http://abc-people.com>
16. Электронная библиотека по философии <http://filosof.historic.ru/> Книги и публикации по философии древности, средневековья, эпохи Возрождения, Ново-го времени, современности и др. Представлены издания по истории философии, социальной философии, философии науки и техники.
17. The Web Gallery of Art <http://www.wga.hu>
18. Сайт Государственного Эрмитажа <http://www.hermitagemuseum.org>
19. Сайт Государственного Русского музея <http://www.rusmuseum.ru>
20. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
21. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
22. Словари и энциклопедии на Академике: <http://dic.academic.ru>
23. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru>
24. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>.
25. Электронная библиотека: <http://www.stroit.ru>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением - демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора.

Для проведения лекционных занятий используется компьютерный класс, оборудованный техникой (мультимедийный проектор и комплект аппаратуры, позволяющей демонстрировать видео, текстовые и графические материалы) с обустроенным рабочим местом преподавателя. Практические занятия происходят как в специально оборудованных аудиториях, так и в музейной среде.

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ (Учебный центр № 1).

13 посадочных мест Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

- Центр новых информационных технологий и средств обучения:
- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;

- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. MicrosoftOpenLicense 16020041 от 23.01.2003
2. MicrosoftOpenLicense 16581753 от 03.07.2003
3. MicrosoftOpenLicense 16396212 от 15.05.2003
4. MicrosoftOpenLicense 16735777 от 22.08.2003
5. ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования»
6. ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования»
7. ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения»
8. ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения»
9. Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009
10. MicrosoftOpenLicense 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)
11. Kasperskyantivirus 6.0.4.142