

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.Б.10

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение и ТКМ

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
15.03.01Машиностроение.

направленность (профиль)

Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 8 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2	3	Итого
Форма контроля	зачет		
Вид занятий			
Лекции	34	34	68
Лабораторные	34	34	68
Практические	18	18	36
Руководство: РГР	-	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25	0,5
Контактная работа	86,25	86,25	172,5
Самостоятельная работа	21,75	93,75	115,5
Контроль	-		-
Итого	108	180	288

Рабочую программу составил(и):

доцент, кандидат физ.-мат. наук, Попова Л.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

В.В.Ельцов
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины –познание природы и свойств материалов, закономерностей их изменения при воздействии различных факторов, а так же способов придания особых свойств материалам для их эффективной эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: физика, химия, технология конструкционных материалов.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Материаловедение сварки, Пайка материалов, Технология резания, Сварка специальных сталей и сплавов, Виды, причины и последствия дефектов при сварке, Теория сварочных процессов, Контроль качества сварных соединений, Основы научных исследований, Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1)		Знать: специальную терминологию, основные классы современных материалов, различные уровни их строения, свойства, последовательность формирования структуры и свойств материалов в зависимости от вида внешнего воздействия.
		Уметь: использовать основные законы материаловедения в профессиональной деятельности, расшифровывать марки материалов, определять их структурные составляющие, характерные свойства, назначение материалов и области их применения. Связывать физические и механические свойства материалов, а так же явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства.
		Владеть: методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, навыками выбора материала для конкретных условий эксплуатации и навыками выбора оптимальных

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		способов получения и обработки материалов.
осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества (ОПК-2)		Знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации. Факторы и способы упрочнения материалов; основные методы механических испытаний, виды разрушения, виды термической и химико-термической обработки сплавов.
		Уметь: самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений в области материаловедения и профессиональной деятельности.
		Владеть: навыками использования справочной и специальной технической литературы, оформления конструкционно-технологической документации.

4. Структура и содержание дисциплины.

4.1. М и ТКМ-1

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 1	Введение. Атомно-кристаллическое строение металлов. Индицирование атомных плоскостей и направлений.	2	2			Вопросы к зачету 1,2
Модуль 1	Лаб 1	Анализ кристаллического строения металлов и сплавов	2	4	5		Комплект заданий к л.р.1
Модуль 1	Пр 1	Анализ кристаллического строения металлов: определение основных характеристик элементарных ячеек Бравэ, индицирование атомных плоскостей и направлений.	2	2	5		Комплект заданий для Пр 1
Модуль 1	Лек 2	Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные. металлов и их влияние на физические и механические свойства.	2	2			Вопросы к зачету 3,4

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 3	Влияние дефектов кристаллического строения на физические и механические свойства металлов.	2	2		2	Вопросы к зачету 5,6
Модуль 1	Лаб 2	Макроскопический анализ (макроанализ) структуры металлических материалов. Микроскопический анализ (микроанализ) структуры металлических материалов	2	4	5		Комплект заданий к л.р. 2
Модуль 1	Пр 2	Построение атомных плоскостей и направлений по заданным индексам Миллера.	2	2			Комплект заданий для Пр 2
Модуль 1	Лек 4	Кристаллизация чистых металлов. Механизмы зарождения и роста кристаллитов.	2	2			Вопросы к зачету 14,15,17

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 5	Закономерности кристаллизации, Кривые Таммана. Гомогенная и гетерогенная кристаллизации. Модифицирование сплавов. Строение слитка.	2	2			Вопросы к зачету 18,22
Модуль 1	Лаб 3	Построение диаграммы состояния сплава термическим методом	2	2	5		Комплект заданий к л.р. 3
Модуль 1	Пр 3	Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Методы определения концентрации вакансий и межузельных атомов, энергии их образования и энергии активации миграции	2	2	5	2	Комплект заданий для Пр 3
Модуль 1	Лек 6	Сплавы. Фазы в металлических сплавах. Правило фаз Гиббса.	2	2			Вопросы к зачету 16,19

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 7	Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. ДС сплавов, образующих твердые растворы с неограниченной растворимостью. ДС сплавов, компоненты которых нерастворимы в твердом состоянии.	2	2		-	Вопросы к зачету 20,21
Модуль 1	Лаб 4	Анализ диаграмм состояния. Фазовый и структурный разбор. ИДЗ.	2	4	5	2	Комплект заданий к л.р.4
Модуль 1	Пр 4	Дислокации. Вектор Бюргерса. Расчет мощности вектора Бюргерса, энергии дислокаций и сил, действующих на дислокацию.	2	2	5	-	Комплект заданий для Пр 4

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 8	Диаграммы состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы. Диаграмма с эвтектикой. Диаграммы состояния сплавов с образованием промежуточных фаз.	2	2		-	Вопросы к зачету 20,21
Модуль 1	Лек 9	Диаграммы состояния сплавов с перитектическим и эвтектоидным превращениями.	2	2			Вопросы к зачету 20,21
Модуль 1	Пр 5	Расчет диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Определение химического состава и объемного соотношения фаз.	2	2	5	2	Комплект заданий для Пр 5
Модуль 1	Лаб 5	Исследование структуры углеродистых сталей в равновесном состоянии методом микроанализа.	2	4	5	2	Комплект заданий к л.р. 5

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек 11	Диаграмма состояния «Fe-Fe ₃ C». Фазы, линии, критические точки. Структурообразование сталей	2	2			Вопросы к зачету 23,24.25
Модуль 1	Лек 12	Диаграмма состояния «Fe-C». Структурообразование белых и графитизированных чугунов.	2	2		-	Вопросы к зачету 26,27
Модуль 1	Лаб 6	Исследование структуры углеродистых чугунов методом микроанализа.	2	2	5	2	Комплект заданий к л.р. 6
Модуль 1	Пр 6	Анализ диаграммы состояния Fe-C. Определение структуры, фазового состава, химического состава и объемного соотношения фаз углеродистых сталей при различных температурах.	2	2	5		Комплект заданий для Пр 6

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	См.р.	Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	2	11,75			
Модули 1	ПА	Промежуточная аттестация	2	0,25		-	
Модуль 2	Лек 13	Изменение свойств металлов и сплавов без фазовых превращений. Экспериментальные закономерности пластической деформации. Деформационное упрочнение.	2	2		2	Вопросы к зачету 7,8,9
Модуль 2	Лаб 7	Испытание материалов на твердость	2	2	5	-	Комплект заданий к л.р. 7

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2	Лек 14	Классификация и виды механических испытаний: статические, динамические, усталостные. Механические свойства и их характеристики.	2	2		2	Вопросы к зачету 10,11
Модуль 2	Лаб 8	Испытание образцов на растяжение.	2	4	5		Комплект заданий к л.р. 8
Модуль 2	Пр 7	Определение механических свойств по диаграмме растяжения.	2	2	5		Комплект заданий для Пр 7
Модуль 2	Лек 15	Статическое нагружение. Испытание металлов на твердость. Испытание на растяжение.	2	2		-	Вопросы к зачету 11,12
Модуль 2	Лек 16	Динамическое и циклическое нагружение. Испытание на ударную вязкость и усталость. Механизмы разрушения	2	2		2	Вопросы к зачету 12
	Лаб 9	Определение ударной вязкости материала.	2	2	5		Комплект заданий к л.р. 9

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 10	Усталостная прочность материала	2	2	5		Комплект заданий к л.р. 10
Модуль 2	Пр 8	Циклическое нагружение. Определение параметров цикла нагружения.	2	2	5	-	Комплект заданий для Пр 8
Модуль 2	Лек 17	Механизмы разрушения металлических материалов: вязкое, хрупкое, квазихрупкое, вязко-хрупкое, смешанное, усталостное.	2	2		-	Вопросы к зачету 13
Модуль 2	Лаб 11	Влияние холодной пластической деформации на твердость металла.	2	2	5	2	Комплект заданий к л.р.11
	Лаб 12	Фрактографический анализ.	2	2	5		Комплект заданий к л.р.11
Модуль 2	Пр 9	Анализ причин разрушения элементов конструкций.	2	2	5	-	Комплект заданий для Пр 9

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	2	8			
Модуль 1, 2		Посещаемость	2		10 ББ		
Модуль 1,2		Анкетирование					
Модуль 1,2		Тест итоговый	2	2	100		Итоговое тестирование
Итого:				108	100+100		

Схема расчета итогового балла для очной формы обучения: (Текущий рейтинг + Результат итогового тестирования)/2+ ББ(если ББ предусмотрены)

4.2. М и ТКМ-2

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лек 1	Превращения в углеродистой стали при нагреве. Рост аустенитного зерна при нагреве.	3	2			Вопросы к зачету 30
Модуль 3	Лаб 1	Определение размера зерна стали методом микроанализа.	3	4	5		Комплект заданий к л.р.1
Модуль 3	Пр 1	Анализ диаграммы изотермического распада аустенита.	3	2	5		Комплект заданий для Пр 1
Модуль 3	Лек 2	Изотермический распад переохлажденного аустенита. Влияние скорости охлаждения на дисперсность феррито-цементитных смесей.	3	2			Вопросы к зачету 30

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лек 3	Классификация видов термической обработки. Параметры ТО и факторы, влияющие на них. Отжиги 1 и 2-го рода. Технологические параметры, назначение, выбор режимов.	3	2		2	Вопросы к зачету 32
Модуль 3	Лаб 2	Отжиг и нормализация углеродистой стали.	3	2	5		Комплект заданий к л.р. 2
Модуль 3	Пр 2	Назначение основных видов отжига и анализ дефектов, устранимых отжигами 1 и 2 родов.	3	2	5		Комплект заданий для Пр 2
Модуль 3	Лек 4	Процессы, происходящие в деформированных сплавах при нагреве. Сущность и стадийность рекристаллизационных	3	2			Вопросы к зачету 14,15,17
Модуль 3	Лек 5	Мартенситное превращение. Особенности, кинетика.	3	2			Вопросы к зачету 31

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лаб 3	Рекристаллизационный отжиг сталей.	3	2	5		Комплект заданий к л.р. 3
Модуль 3	Пр 3	Формирование структуры сталей в процессе закалки. Влияние технологических параметров закалки на структуру и свойства сталей.	3	2	5	2	Комплект заданий для Пр 3
Модуль 3	Лек 6	Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. Виды закалки.	3	2			Вопросы к зачету 33,39
Модуль 3	Лек 7	Влияние различных факторов на мартенситное превращение. Способы закалки. Прямое и обратное мартенситные превращения Эффект памяти формы.	3	2		-	Вопросы к зачету 31
Модуль 3	Лаб 4	Закалка углеродистой и легированной стали.	3	2	5	2	Комплект заданий к л.р.4

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Пр 4	Анализ термокинетических диаграмм распада аустенита.	3	2	5	-	Комплект заданий для Пр 4
Модуль 3	Лек 8	Превращения при отпуске.	3	2		-	Вопросы к зачету 35
Модуль 3	Лек 9	Процессы старения. Влияние температуры и времени выдержки на структуру и свойства стареющих сплавов.	3	2			Вопросы к зачету 39
Модуль 3	Пр 5	Анализ и выбор режимов отпуска сталей .Формирование структуры сталей в процессе отпуска.	3	2	5	2	Комплект заданий для Пр 5
Модуль 3	Лаб 5	Отпуск углеродистой стали.	3	4	5	2	Комплект заданий к л.р. 5

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лек 11	Прокаливаемость и закаливаемость сталей. Легированные стали. Классификация ЛЭ по влиянию на полиморфизм и по взаимодействию с углеродом.	3	2			Вопросы к зачету 33,38
Модуль 3	Лек 12	Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Влияние легирующих элементов на технологические параметры ТО.		2		-	Вопросы к зачету 38
Модуль 3	Лаб 6	Влияние количества углерода на твердость закаленной углеродистой стали.	3	2	5	2	Комплект заданий к л.р. 6
Модуль 3	Пр 6	Выбор сталей по заданным прочности и прокаливаемости.	3	2	5		Комплект заданий для Пр 6
Модуль 3	Лаб 7	Влияние скорости охлаждения на твердость углеродистой стали.	3	4	5		

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	См.р.	Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	3	53,75			
Модули 3	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,25		-	
Модуль 3	Лек 13	Химико-термическая обработка. Сущность, основные виды и их назначение.	3	2		2	Вопросы к зачету 40
Модуль 3	Лаб 8	Влияние легирующих элементов на прокаливаемость стали, определяемую методом торцевой закалки	3	4	5	-	Комплект заданий к л.р. 7
Модуль 3	Лек 14	Термо-механическая обработка. Основные виды. Особенности формирования структуры сталей и сплавов при ТМО.	3	2		2	Вопросы к зачету 40

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лаб 9	Влияние цементации на микроструктуру и твердость углеродистой стали.	3	4	5		Комплект заданий к л.р. 8
Модуль 3	Пр 7	Микроскопический анализ азотированных слоев.	3	2	5		Комплект заданий для Пр 7
Модуль 4	Лек 15	Легированные инструментальные и конструкционные стали специального назначения. Области применения.	3	2		-	Вопросы к зачету 41
Модуль 4	Лек 16	Цветные сплавы (медные, алюминиевые, магниевые, титановые). Особенности их свойств и термической обработки. Области применения.	3	2		2	Вопросы к зачету 42
Модуль 4	Лаб 10	Закалка и старение алюминиевого сплава.	3	4	5		Комплект заданий к л.р. 9
Модуль 4	Лаб 11	Маркировка конструкционных материалов.	3	4	5		Комплект заданий к л.р. 10

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 4	Пр 8	Выбор стали по заданным прочности и прокаливаемости.	3	2	5	-	Комплект заданий для Пр 8
Модуль 4	Лек 17	Неметаллические материалы(пластмассы, керамика, резины) Области применения. Композиционные материалы.	3	2		-	Вопросы к зачету 43,44
Модуль 4	Пр 9	Классификация и маркировка цветных сплавов.	3	2	5	-	Комплект заданий для Пр 9
		Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	3	38			
Модуль 3,4		Посещаемость	3		10 ББ		
Модуль 3,4		Анкетирование					

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3,4		Тест итоговый	3	2	100		Итоговое тестирование
Итого:				180	100+100		

Схема расчета итогового балла для очной формы обучения: (Текущий рейтинг + Результат итогового тестирования)/2+ ББ(если ББ предусмотрены)

5. Образовательные технологии

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала, в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов;

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий, например, визуальные лекции с использованием презентационного метода обучения.

Интерактивные технологии – диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами, использование метода обучения «мозговой штурм». Использование элементов проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в лабораторных работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по экспериментальным и расчетным данным. Использование технологии развития критического мышления в форме занятий- бесед с использованием метода «решение ситуационных задач».

6. Методические указания по освоению дисциплины

Методические рекомендации студенту и преподавателю изложены в методических указаниях к лабораторным работам:

1. Учебное пособие для выполнения лабораторного практикума по курсу «Материаловедение» для технических направлений подготовки бакалавров/ Г.В. Клевцов [и др.]. – Тольятти: ТГУ, 2016.- 170 с.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	ОПК 1	Вопросы к зачету № 7-13, 20-22 Тестовые задания № № 258-392, 400-441, 482-500 Лаб р. № 6-12, Практик. р. № 6-9
	ОПК 2	Вопросы к зачету № 1-6, 14-19, 23-28 Тестовые задания: № № 1-257, 393-399, 442-481. Лаб р. № 1-6, Практик. р. № 1-5
3	ОПК 1	Вопросы к зачету № 33-36, 38, 41, 43-50 Тестовые задания: № № 93-257, 331-500 Лаб р. № 1, 7-9. , Практик. р. № 1, 2, 8, 9
	ОПК 2	Вопросы к зачету № 29-32, 37, 40, 42, 51-54. Тестовые задания: № № 1-92, 258-441 Лаб р. № 2-6, 11. Практик. р. № 3, 5, 6, 7

Темы письменных работ (не предусмотрены)

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Типы кристаллических решеток и их основные характеристики»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

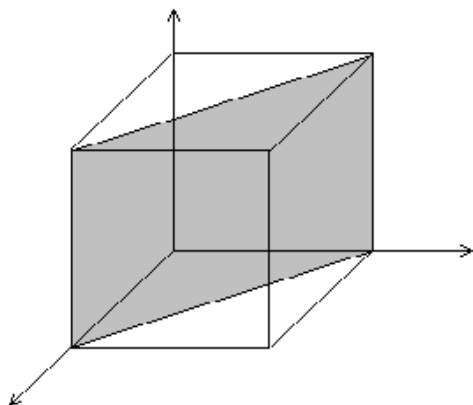
Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Плоскость в кубическом кристалле отсекает на координатных осях отрезки, равные a ; $2b$; c . Определить кристаллографические индексы плоскости (hkl) ?
2. Постройте пространственное изображение плоскостей (на примере куба), имеющих кристаллографические индексы (110) ; (111) ; (112) ; (321) ; $(1\bar{1}0)$; $(\bar{1}11)$; $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$.
3. Определите символ направления, проходящего через точки $(0, b/3, c/3)$.
4. Постройте пространственное изображение следующих направлений в кубе $[100]$; $[010]$; $[001]$; $[\bar{1}00]$; $[0\bar{1}0]$; $[00\bar{1}]$; $[110]$; $[101]$; $[011]$; $[111]$; $[\bar{1}11]$; $[1\bar{1}1]$; $[11\bar{1}]$; $[\bar{1}\bar{1}1]$; $[\bar{1}1\bar{1}]$; $[1\bar{1}\bar{1}]$; $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$; $[211]$; $[311]$.
5. Подсчитайте число атомов в ячейки и координационное число для ОЦК и ГЦК и ГПУ решеток.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

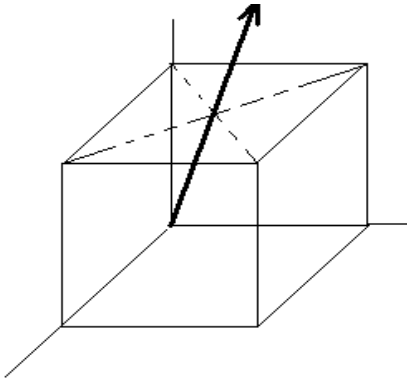
Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. К сложным кристаллическим решеткам относят ...
 1. кристаллические кубические решетки
 2. решетки с большим количеством атомов
 3. решетки, у которых на долю элементарной ячейки приходится более одного атома
 4. решетки, у которых на долю элементарной ячейки приходится один атом
2. Выберите соответствующие характеристики для ГЦК решетки:
 1. $a = b = c$; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; $K = 12$; $\kappa = 0,74$
 2. $a = b = c$; $\alpha \neq \beta = \gamma = 90^\circ$; $K = 8$; $\kappa = 0,68$
 3. $a = b \neq c$; $\alpha = \beta \neq \gamma$; $\Gamma = 12$; $\kappa = 0,74$
 4. $a = b \neq c$; $\alpha = \beta \neq \gamma$; $K = 12$; $\kappa = 0,56$
3. Укажите обозначения плоскости в индексах Миллера .



1. $(\bar{1}\bar{1}0)$
2. (101)
3. (011)
4. (110)

4. Укажите Индексы Миллера для направления



1. [1 1 2]
2. [2 2 1]
3. [2 1 2]
4. [1 2 1]

5. Свойство, заключающееся в неоднородности свойств материала в различных кристаллографических направлениях, называется ...

1. изотропия
2. анизотропия
3. текстура
4. полиморфизм

7.2.2. Комплект заданий к практической работе по теме:

«Анализ кристаллического строения и дефекты кристаллов»

Выполнить 10 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Связь между атомами в металлах обусловлена взаимодействием между ...
 1. разноименно заряженными ионами
 2. положительно заряженными ионами и электронным газом
 3. диполями
 4. перекрывающимися электронными облаками
2. Дефекты, термодинамически выгодные для кристалла:
 1. лакуны
 2. вакансий
 3. дислокации
 4. границы
3. Укажите формулу, описывающую первый закон Фика:
 1. $h = 2 \sqrt{Dt}$
 2. $h = \frac{2}{\sqrt{DT}}$
 3. $I = -D \times \partial c / \partial x$
 4. $I = -D \times \partial c / \partial t$
4. Краевой дислокацией называется область ...
 1. искажений кристалла вокруг края границы зерна
 2. искажения кристалла вокруг края экстраплоскости

3. растяжения в кристалле, обусловленную наличием экстраплоскости
 4. сжатия в кристалле, обусловленную наличием экстраплоскости
5. Объемные дефекты кристаллического строения:
1. дислокации, цепочки межузельных атомов
 2. вакансии, межузельные атомы, примесные атомы
 3. поры, трещины, блоки
 4. границы зерен, границы фаз, границы блоков
6. Большая разница между теоретической и реальной прочностью кристаллов объясняется наличием в кристаллах...
1. границ зерен
 2. дислокаций
 3. вакансий
 4. примесных атомов

7.2.3. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Макро и микроскопический анализ сплавов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Приготовить макрошлиф. Выявить на макрошлифе дефекты, нарушающие сплошность металла, ликвацию серы и фосфора, строение литой стали, волокнистую структуру и т.д. и зарисовать их.
 2. Кратко описать методику приготовления микрошлифа.
 3. Исследовать микроструктуру стали или чугуна до и после травления. Зарисовать наблюдаемую микроструктуру стали или чугуна
- Б) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Микроструктура сплавов – это..

1. Тип кристаллического строения
2. Зерна или кристаллиты, видимые в оптический микроскоп при увеличении 100-500раз.
3. Структура дефектов КР, видимая в электронный микроскоп.
4. Строение сплава, видимое при увеличении в 10 раз.

2. Укажите правильную последовательность операций при изготовлении микрошлифа.

1. Вырезка

2. Травление
3. Шлифование
4. Полирование

3. Метод Баумана предназначен для...

1. выявления макроструктуры литой стали
2. выявления распределения неметаллических включений
3. выявления неоднородности распределения (ликвации) серы
4. выявления границ зерен

4. Полирование микрошлифа проводят с целью...

1. устранения изображения поверхности
2. выявления границ зерен
3. выявления макродефектов
4. выявления неоднородности распределения (ликвации) фосфора

5. Разрешающая способность микроскопа - это...

1. величина, обратная наименьшему расстоянию между двумя точками, воспринимаемыми отдельно
2. наименьшее расстояние между отдельно наблюдаемыми объектами
3. величина участка образца, видимого в приборе
4. величина, пропорциональная наименьшему расстоянию между двумя точками, воспринимаемыми отдельно.

7.2.4. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Механические свойства конструкционных материалов. Определение механических характеристик прочности и пластичности.»

А) Оформить отчет по теме работы.

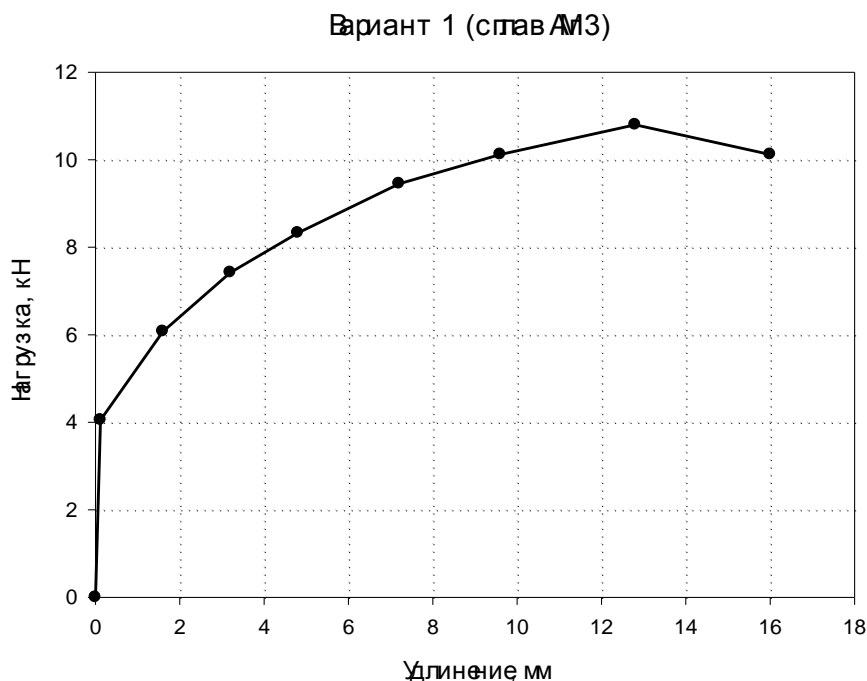
Б) Выполнить задания к практической работе.

1. Зарисовать данную в варианте кривую растяжения в координатах «усилие F - удлинение $\Delta \ell$ » и выполнить следующее:

2. преобразовать в диаграмму с относительными координатами «напряжение σ - относительная деформация ε »;

3. по преобразованной диаграмме определить следующие механические свойства: E - модуль упругости, σ_T или $\sigma_{0,2}$ - предел текучести, σ_B - предел прочности, δ - относительное удлинение, a - статическую вязкость, D - модуль пластичности.

Вариант 1 (и еще 9 вариантов диаграмм растяжения)



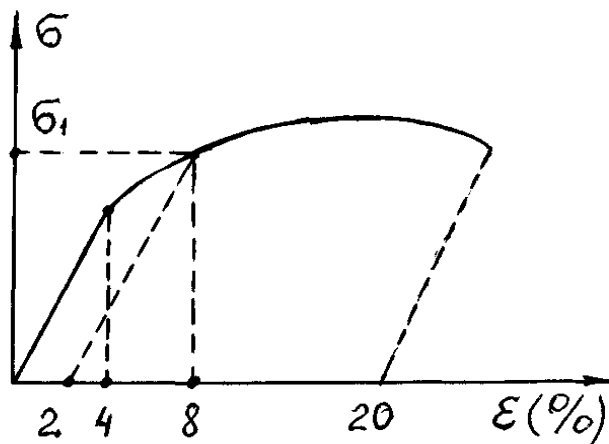
В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Укажите влияние примесей на механические свойства кристалла при пластической деформации:

1. снижают исходную прочность и повышают пластичность

2. увеличивают исходную прочность и снижают пластичность
 3. прочность и пластичность не изменяется
 4. повышают прочность и пластичность
2. Пределом выносливости называют...
- 1.напряжение, при котором материал выдерживает заданное число циклов нагружения
 2. напряжение, при котором материал выдерживает неограниченное число циклов нагружения
 3. напряжение, по достижению которого происходит разрушение
 4. напряжение, при котором материал выдерживает минимальное число циклов нагружения
3. При испытании на растяжение образец нагрузили до напряжения σ_1 , после чего нагрузку сняли. Величина относительного удлинения образца (рис.) составляет:
1. 20%
 2. 8%
 3. 4%
 4. 2%



4. Твердость по Бринеллю условно обозначается:
1. HRC
 2. HRB
 3. HB
 4. HV
5. Выберите правильную последовательность по возрастанию величин:
1. σ_B ; σ_T ; $\sigma_{ПП}$
 2. σ_T ; $\sigma_{ПП}$; σ_B
 3. $\sigma_{ПП}$; σ_T ; σ_B
 4. $\sigma_{ПП}$; σ_B ; σ_T

7.2.5. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Испытания материалов на твердость»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Для предложенных марок сплавов подобрать метод измерения твердости.
2. Измерить твердость образцов.
3. Перевести полученные значения твердости в HB. Рассчитать прочность по Бринеллю.
- В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Твердостью называют...
 1. способность возвращать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки
 2. способность противостоять внедрению другого более твердого тела
 3. способность противостоять динамическим нагрузкам
 4. способность сохранять остаточную деформацию после снятия нагрузки
2. Определите соответствие условных обозначений механическим свойствам материалов:

- | | |
|---------------|---------------------|
| 1. σ_B | 1. твердость |
| 2. $\delta\%$ | 2. пластичность |
| 3. HB | 3. ударная вязкость |
| 4. КСТ | 4. прочность |
3. Метод Роквелла предназначен для измерения твердости...
 1. Мягких материалов
 2. Твердых материалов
 3. Поверхностных слоев
 4. И мягких и твердых материалов.
 4. Укажите максимальное усилие при измерении твердости по Виккерсу.
 1. 3000кг
 2. 150 кг
 3. 100 кг
 4. 500г
 5. Микротвердость обозначается...
 1. HB
 2. H μ
 3. HRC
 4. HV

7.2.6. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Определение ударной вязкости материалов»

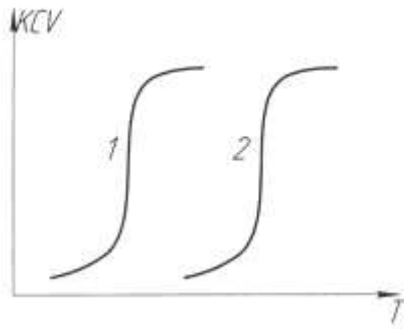
А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Провести ударные испытания на изгиб образцов стали при различных температурах.
 2. Рассчитать значение ударной вязкости материала.
 3. Построить график температурной зависимости ударной вязкости исследуемой стали.
- Определить температурный порог хладноломкости.
- В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 11 вариантов тестов)

1. Хладноломкостью называют:
 1. Уменьшение предела прочности при понижении температуры
 2. Уменьшение коэффициента динамической вязкости при понижении температуры
 3. Уменьшение физического предела текучести при понижении температуры
 4. Увеличение предела прочности при понижении температуры
2. Ударная вязкость КСУ определяет:
 1. Удельную работу зарождения и распространения трещины.
 2. Удельную работу распространения трещины.
 3. Работу разрушения при динамических нагрузках.
 4. Работу пластической деформации при динамических нагрузках.
3. T_{50} – это температура испытаний:
 1. $T = 50^{\circ}\text{C}$
 2. при которой $KCU = 0,5 \text{ МДж / м}^2$
 3. при которой наблюдается 50% вязкой составляющей в изломе образца
 4. $T = -50^{\circ}\text{C}$
4. Определите факторы, которые сдвигают порог хладноломкости из положения 1 в положение 2:



1. уменьшение размера зерна
 2. повышение чистоты сплава
 3. увеличение содержания примесей
 4. увеличение размера зерна
5. Укажите признаки вязкого разрушения:
1. отсутствие «шейки» на образце
 2. кристаллический излом
 3. высокая скорость распространения трещины
 4. чашечный излом

7.2.7. Комплект заданий к практическому занятию.

Тема: «Анализ характера разрушения металлов и сплавов.»

А) Оформить отчет по теме практического занятия..

Б) Выполнить практические задания.

1. Провести идентификацию изломов (установить вид изломов) из набора изломов металлических материалов. Рассортировать изломы по видам.
 2. Замерить относительное сужение образцов у поверхности хрупких и вязких изломов.
 3. Замерить длину усталостных зон на поверхности усталостных изломов. Зарисовать излом и обозначить зоны на чертеже.
- В) Выполнить 4 задания итогового теста.

Вариант 1 (и еще 8 вариантов тестов)

1. Фрактографический анализ позволяет определить:
 1. площадь вязкой составляющей в изломе образца.
 2. ударную вязкость сплава
 3. усталостные характеристики сплава
 4. твердость
2. Укажите признаки вязкого разрушения:
 1. образование «шейки» на образце
 2. кристаллический излом
 3. высокая скорость распространения трещины
 4. чашечный излом
3. Укажите факторы, которые определяют хрупкое разрушение, как наиболее опасное:
 1. кристаллический излом
 2. низкая скорость распространения трещины
 3. отсутствие значительной предварительной деформации
 4. высокая скорость распространения трещины
4. Укажите вид разрушения, при котором на поверхности излома наблюдают 3 зоны: зона стабильного роста трещины; зона ускоренного развития; зона долома.
 1. вязкое разрушение

2. усталостное разрушение
3. хрупкое разрушение
4. частично вязкое, частично хрупкое

7.2.8. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Влияние холодной пластической деформации и температуры рекристаллизации на структуру и свойства сплавов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Измерить толщину и твердость деформированных образцов. Рассчитать степень пластической деформации. Построить график зависимости твердости от степени деформации.
2. Рассчитать температурный порог рекристаллизации для меди. Провести рекристаллизационный отжиг и отдых.
3. Измерить твердость отожженных образцов. Построить графики зависимости твердости от степени деформации после отдыха и рекристаллизации.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Критической степенью деформации для рекристаллизационных процессов называется..
 1. степень деформации, приводящая после нагрева деформированного материала к гигантскому росту зерна
 2. степень деформации, при которой достигается наибольшая возможная плотность дефектов кристаллической структуры
 3. минимальная степень деформации, при которой запас вязкости материала становится равным нулю
 4. минимальная степень деформации, при которой рекристаллизационные процессы не вызывают роста зерен
2. Отдых - это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...
 1. процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения
 2. процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций
 3. изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов)
 4. процессы изменения формы и размера зерен
3. Укажите температурный интервал холодной обработки сплавов:
 1. $T_{обр} \geq T_{пл}$
 2. $0,4 T_{пл} < T_{обр} < T_{пл}$
 3. $T_{обр} \ll 0,4 T_{пл}$
 4. $T_{обр} < T_{50}$
4. Укажите внешние признаки процессов первичной рекристаллизации:
 1. укрупнение зерна
 2. измельчение зерна
 3. изменение формы зерна до равноосной
 4. отсутствуют
5. Движущей силой процесса собирательной рекристаллизации является:
 1. уменьшение плотности дислокаций

2. уменьшение суммарной величины поверхностной энергии
3. уменьшение суммарной величины энергии, за счет снижения остаточных напряжений
4. увеличение плотности дислокаций

7.2.9. Комплект заданий к лабораторной работе №9

Тема: «Термический анализ сплавов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

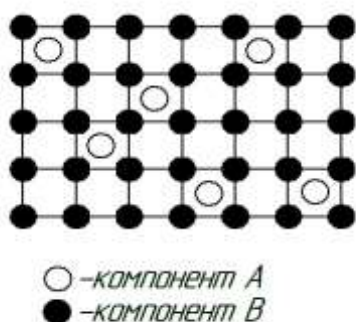
Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Зафиксировать температуры сплавов при охлаждении через каждые 30 сек.
2. Построить термические кривые охлаждения сплавов и определить критические точки фазовых превращений.
3. Построить диаграмму состояния «олово-цинк», указать названия линий диаграммы и фазовые превращения, соответствующие линиям диаграммы.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Назовите тип сплава, которому характерна данная кристаллическая решетка



1. Твердый раствор внедрения.
2. Твердый раствор замещения.
3. Химическое соединение.
4. Механическая смесь.

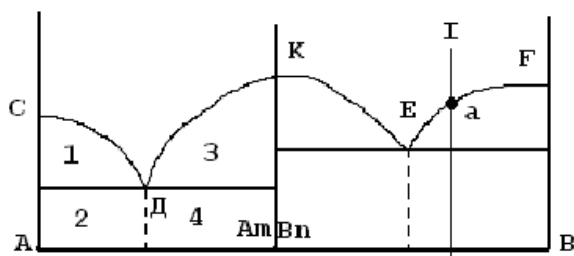
2. Критическим зародышем называется

1. зародыш твердой фазы
2. такой зародыш, рост которого сопровождается повышением энергии Гиббса.
3. зародыш способный к росту.
4. кристаллическая частица примеси.

3. Правило фаз имеет вид

1. $C = K + \Phi - 1$.
2. $C = \Phi + K + 1$
3. $C = \Phi - K + 1$
4. $C = K - \Phi + 1$

4. На рисунке представлена диаграмма



- 1.Однокомпонентная
- 2.С химическим соединением.
- 3.С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.
- 4.С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии
- 5.Движущей силой процесса фазового перехода является
 - 1.степень переохлаждения системы.
 - 2.размер критического зародыша новой фазы.
 - 3.температура системы.
 - 4.разность термодинамических потенциалов фаз.

7.2.10. Комплект заданий к практической работе по теме:

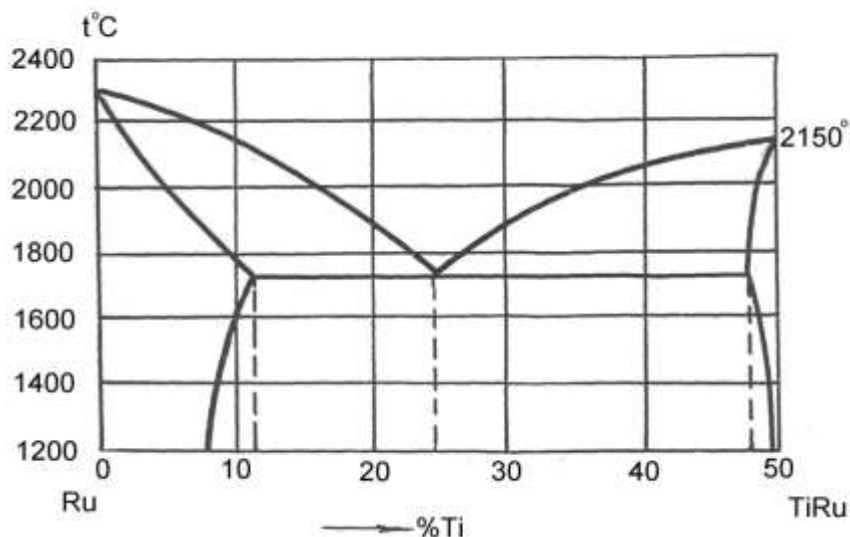
«Анализ диаграмм состояния двухкомпонентных систем»

А) Выполнить индивидуальное задание.

Зарисовать, соблюдая масштаб, данную вариантом диаграмму состояния и выполнить следующее:

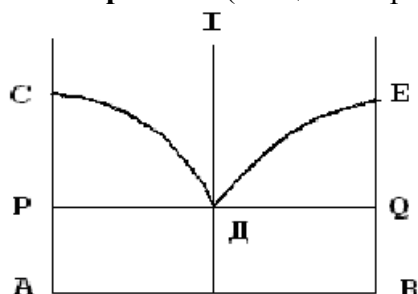
- а) установить тип данной диаграммы;
- б) определить структурный и фазовый состав всех областей и отразить его соответствующими буквенными обозначениями на диаграмме;
- в) определить положение сплава, данного вариантом, на диаграмме состояния;
- г) определить число степеней свободы сплава в его критических точках и в температурных интервалах между критическими точками по правилу фаз Гиббса и построить кривую охлаждения этого сплава в координатах температура-время;
- д) определить для заданной вариантом температуры сплава состав фаз и весовое соотношение фаз;
- е) охарактеризовать структуру заданного сплава при комнатной температуре.

Вариант 1 (и еще 20 вариантов диаграмм состояния)



Б) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

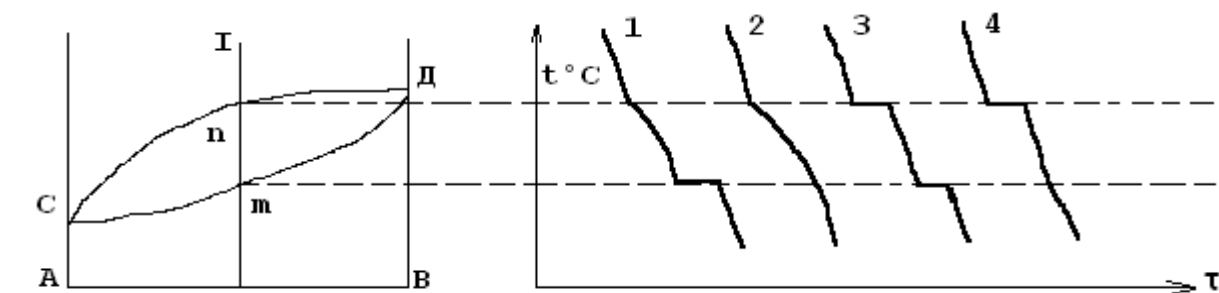


1.Укажите фазы, находящиеся в равновесии на линии ДЕ диаграммы состояния

1.В + жидкость

2. A + жидкость
3. A + B + жидкость
4. A + B

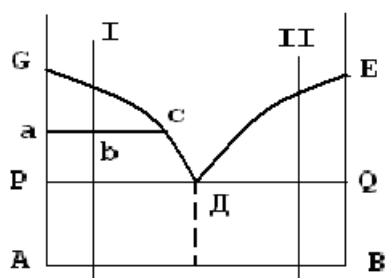
2. Укажите кривую охлаждения, соответствующую сплаву I



- 1.1
- 2.2
- 3.3
- 4.4

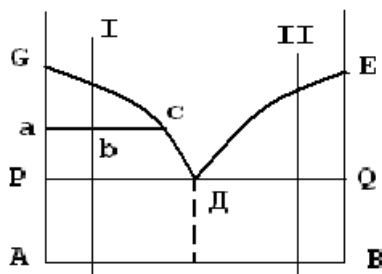
3. Формула, определяющая количество твердой фазы в точке «b» сплава I имеет вид

.....



1. $A = \frac{ab}{bc} \times 100\%$
2. $A = \frac{bc}{ac} \times 100\%$
3. $A = \frac{bc}{ab} \times 100\%$
4. $A = \frac{ac}{bc} \times 100\%$

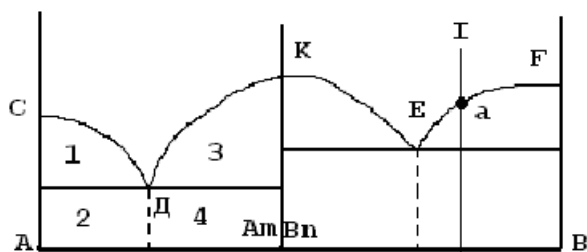
4. Укажите структуру сплава II при комнатной температуре



1. $\alpha + \beta$
2. B + A
3. B + эвтектика (A + B)
4. β + эвтектика ($\alpha + \beta$)

5. Укажите число степеней свободы в точке «a» сплава I

1. Ноль



2. Одна
3. Две
4. Три

7.2.11. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Микроскопический анализ металлов и сплавов. Структура

углеродистой стали в равновесном состоянии»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Вычертить диаграмму состояния железо-углерод на развернутом листе бумаги. Построить термические кривые охлаждения для сталей с 0,3 %С; 0,8%С и 1%С с указанием фазовых превращений и конечной структуры.
2. Провести микроскопический анализ образцов (5 шт.). Определить микроструктуры и зарисовать условно структуру доэвтектоидных сплавов с различным количеством углерода (3 шт.), эвтектоидного и заэвтектоидного сплавов.
3. Определить количество углерода в образцах доэвтектоидной стали (ГОСТ 1050-74).
4. Установить взаимосвязь между углеродом и свойствами сплавов, построить графики по данным табл. 1 (справочные материалы).

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 12 вариантов тестов)

1. Что такое феррит?

- 1) Химическое соединение
- 2) Механическая смесь
- 3) Твердый раствор углерода в α -железе
- 4) Твердый раствор углерода в γ -железе

2. Какую структуру имеет сплав с содержанием 0,45 %С?

- 1) Перлит
- 2) Феррит + перлит
- 3) Феррит + цементит вторичный
- 4) Феррит + цементит третичный
- 5) Феррит

3. При какой температуре происходит образование перлита в сплаве 0,50 %С?

- 1) Линия PSK
- 2) Линия GSK
- 3) Линия SE
- 4) Линия PG
- 5) Линия PQ

4. Как выглядит под микроскопом феррит?

- 1) В виде светлых зерен
- 2) В виде темных зерен
- 3) В виде светлой сетки по границам зерен

- 4) В виде светлых игл
- 5) В виде светлых мелких частиц по границам зерен

5. Какой из сплавов будет иметь выше пластичность?

- 1) Сплав 0,2 %C
- 2) Сплав 0,45 %C
- 3) Сплав 0,8 %C
- 4) Сплав 0,6 %C
- 5) Сплав 0,01 %C

7.2.12. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Закалка углеродистых сталей»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Определить твердость образцов до закалки на приборе Роквелла по шкале В.
2. Определить температуру закалки полученных образцов в соответствии с содержанием углерода, и время выдержки в печи в зависимости от размеров образцов.
3. Провести технологический процесс закалки образцов в соответствующих закалочных средах.
4. Замерить твердость образцов на приборе Роквелла по шкале С после закалки и по полученным данным построить зависимости после закалки:
 $HRC=f(C\%)$, $HRC=f(V_{охл})$. Через анализ полученных зависимостей сформулировать выводы.
5. Изучить, схематически зарисовать и описать микроструктуру комплекта закаленных образцов при увеличении $\times 500$.
6. По заданию преподавателя изобразить на диаграммах изотермического превращения аустенита различные виды закалки (изменяя T нагрева и скорости охлаждения). Описать фазовые превращения и конечную структуру сталей.

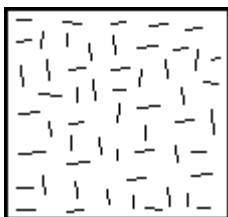
В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 11 вариантов тестов)

1. Какой из сплавов после закалки будет иметь выше твердость?

- 1) 0,20 %C
- 2) 0,40 %C
- 3) 0,08 %C
- 4) 0,01 %C

2. Какая структура показана на рисунке?

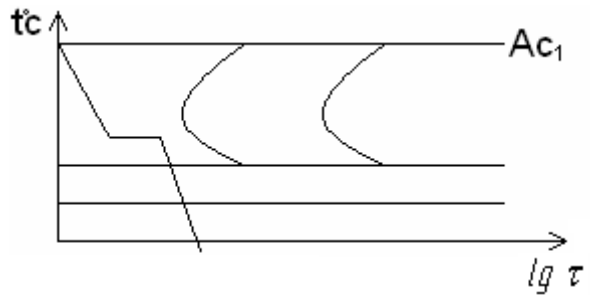


- 1) Мартенсит мелкоигльчатый
- 2) Мартенсит крупноигльчатый
- 3) Мартенсит + троостит
- 4) Мартенсит + цементит

3. Каков механизм мартенситного превращения?

- 1) Диффузионный
- 2) Бездиффузионный

4. Какая структура сформируется у стали У8 при указанной скорости охлаждения?



- 1) Троостит
- 2) Мартенсит
- 3) Мартенсит + феррит
- 4) Мартенсит + цементит вторичный

5. Сколько углерода содержит мартенсит стали 45?

- 1) 0,01 %C
- 2) 0,45 %C
- 3) 0,8 %C
- 4) 2,0 %C

7.2.13. Комплект заданий к лабораторной работе.

Тема: «Структура, свойства и применение чугунов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

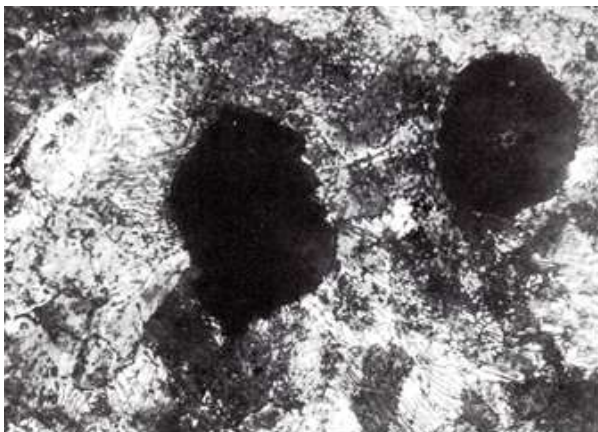
Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Метастабильная и стабильная (отдельно) диаграммы с указанием на них структурных составляющих.
2. Изучить под микроскопом при увеличении $\times 500$ имеющийся набор микрошлифов.
3. Зарисовать схематично микроструктуру.
4. Дать характеристику чугуна по следующей схеме: класс чугуна, подкласс, форма графита (для серых чугунов) или процент углерода (для белых), способ получения, характеристика металлической основы.
5. Построить графики кривых охлаждения двух сплавов (по заданию преподавателя) с описанием процессов, происходящих в каждой критической точке и между ними. Эвтектическая и эвтектоидная реакции.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 11 вариантов тестов)

1. Какой чугун изображен на рисунке?



- 1) серый с мелкопластинчатой формой графита
- 2) серый с крупнопластинчатой формой графита
- 3) высокопрочный на ферритной основе
- 4) высокопрочный на перлитной основе

2. Какая структура будет у ковкого чугуна, если после графитизации в металлической основе осталось 0,8%С?

- 1) $\Phi + \Gamma$
- 2) $\Phi + \Pi + \Gamma$
- 3) $\Pi + \Gamma$
- 4) $\Pi + \text{Л} + \text{Ц II}$

3. Какую структуру имеет доэвтектический белый чугун при температуре 450°C?

- 1) перлит + цементит вторичный + ледебурит
- 2) перлит + ледебурит
- 3) перлит + цементит первичный + ледебурит
- 4) аустенит + цементит вторичный + ледебурит

4. Какое превращение протекает на линии CD?

- 1) жидкость \rightarrow цементит первичный
- 2) жидкость \rightarrow цементит вторичный
- 3) жидкость \rightarrow аустенит
- 4) жидкость \rightarrow ледебурит

5. Сколько углерода содержит перлит в феррито-перлитном ковком чугуне?

- 1) 0,01%С
- 2) 0,025%С
- 3) 0,8%С
- 4) 2%С
- 5) 4,3%С

7.2.14. Комплект заданий лабораторной работе.

Тема: «Исследование влияния скорости охлаждения на твердость углеродистой стали»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Изучить основные виды термической обработки углеродистой стали и получаемые при этом структуры.
2. Определить температуру нагрева исследуемой стали.

3. Провести охлаждение образцов с различной скоростью, используя различные виды термической обработки и среды охлаждения: отжиг (охлаждение с печью), нормализацию (охлаждение на воздухе), закалку в масле и воде.
4. Определить твердость стали в образцах, охлажденных с различной скоростью. Построить график зависимости твердости стали (HRC) от скорости охлаждения.
5. Изобразить диаграмму изотермического превращения аустенита, указать название линий и области фазовых превращений.
6. Определить микроструктуру стали после различных видов термической обработки по атласу микроструктур.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 8 вариантов тестов)

1. С увеличением скорости охлаждения дисперсность феррито-цементитной смеси...
 1. возрастает
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. изменяется периодически
2. С увеличением степени переохлаждения число зародышей, образующихся в единицу времени...
 1. возрастает
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. сначала возрастает, а затем уменьшается.
3. Термическая обработка, состоящая из нагрева стали в аустенитную область, выдержки и охлаждения на воздухе называется...
 1. закалка
 2. отпуск
 3. нормализация
 4. отжиг
4. Укажите математическое выражение, определяющее зернограницное упрочнение.
 1. $\sigma_T = \sigma_0 + \kappa d^{-1/2}$
 2. $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha U^n C^m$
 3. $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha Gb\sqrt{\rho}$
 4. $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha Gb^2 L$
5. Наибольшую твердость, из перечисленных структурных составляющих, имеет..
 1. перлит
 2. троостит
 3. сорбит
 4. феррит

7.2.15. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Отпуск стали»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Определить температуру заданного преподавателем вида отпуска и время выдержки образца при выбранной температуре.
2. Провести отпуск образцов.

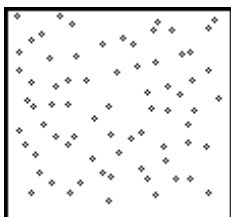
3. Определить на твердомере по шкале С твердость отпущенных образцов Построить зависимость $HRC=f(T_{отп.})$ для стали 45 и объяснить причины падения твердости.
4. Схематически зарисовать структуру после всех видов отпуска и описать процессы, протекающие в углеродистой стали при низком, среднем и высоком отпуске.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

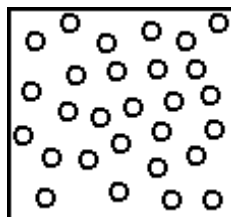
Вариант 1 (и еще 11 вариантов тестов)

1.Какая структура имеет выше пластичность?

1)



2)



3)



2. Для каких деталей применяется средний отпуск?

- 1) Для инструмента, рассчитанного на безударные нагрузки
- 2) Для тяжело нагруженных шестерен
- 3) Для рессор, пружин

3. Какую термическую обработку необходимо провести для стали 50 со структурой мартенсита, чтобы получить структуру сорбита?

- 1) Отпуск (300 – 400) °С
- 2) Отпуск (500 – 600) °С
- 3) Закалка + высокий отпуск
- 4) Закалка + средний отпуск

4. Какой процесс протекает в стали при низком отпуске?

- 1) Уменьшение степени тетрагональности решетки мартенсита в результате частичной диффузии углерода
- 2) Полный распад мартенсита
- 3) Образование ϵ -карбидов
- 4) Превращение $A_{ост.}$ в $M_{отп.}$

5. На какие фазы распадается мартенсит при высоком отпуске?

- 1) Феррит
- 2) Феррит + цементит
- 3) Цементит
- 4) Аустенит

7.2.16. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Отжиг сталей»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

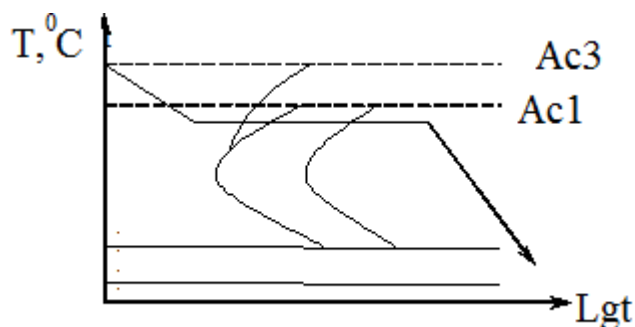
1. Получить опытные образцы, записать марку стали, испытать твердость образцов по Роквеллу (шкала В).

2. Закалить образцы от температуры $A_{c3} + (30...50)^{\circ}C$ с выдержкой их при указанной температуре 15 мин и охлаждением в воде и испытать на твердость по Роквеллу после закалки (шкала С).
3. Нагреть закаленные образцы до температуры $A_{c3} + (30...50)^{\circ}C$ и выдержать их в печи 15 мин. Охладить образец № 1, подлежащий нормализации, на спокойном воздухе. Перенести образец № 2, подлежащий изотермическому отжигу, в печь с температурой $690...700^{\circ}C$, выдержать 30 мин и охладить на спокойном воздухе.
4. Зачистить термически обработанные образцы наждачной бумагой и испытать на твердость по Роквеллу (шкала В) после отжига.
5. Схематически зарисовать микроструктуры после закалки, изотермического отжига, нормализации с описанием режимов термической обработки и указанием сущности структурных превращений.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

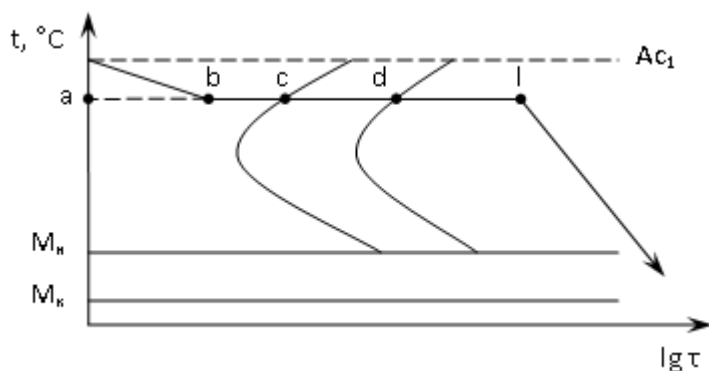
Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Какая структура сформируется у заэвтектоидной стали при изотермическом распаде аустенита по приведенному режиму?



- 1) Перлит
- 2) Феррит + перлит
- 3) Перлит + цементит вторичный
- 4) Троостит
- 5) Сорбит

2. Укажите термическую обработку, которую необходимо провести перед закалкой заэвтектоидных сталей.
 - 1) Рекристаллизационный отжиг
 - 2) Нормализация
 - 3) Отпуск
 - 4) Полный отжиг
3. Сталь У9. Температура нагрева $750^{\circ}C$. Охлаждение в воде. Определите вид термической обработки.
 - 1) Отжиг полный
 - 2) Отжиг неполный
 - 3) Закалка полная
 - 4) Закалка неполная
 - 5) Нормализация
4. Какую термическую обработку необходимо провести, чтобы устранить структуру видманштет после сварки?
 - 1) Полный отжиг
 - 2) Неполный отжиг
 - 3) Рекристаллизационный отжиг
 - 4) Отпуск
5. Укажите на С-образных кривых точки начала и конца распада аустенита при изотермическом отжиге по указанному режиму.



- 1) a, l
- 2) c, d
- 3) a, c
- 4) b, l
- 5) a, d

7.2.17. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «исследование влияния легирующих элементов на прокаливаемость сталей методом торцевой закалки»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Изучить характеристики прокаливаемости, установку для торцевой закалки, методику проведения торцевой закалки.
2. Выбрать температуру нагрева под закалку для углеродистой стали, другой и легированной исследуемых сталей.
3. Выдержать образцы в печи при выбранной температуре нагрева. Провести торцевую закалку образцов из углеродистой и легированной сталей.
4. Проточить в образцах лыски глубиной 0,5 мм по образующим цилиндра (с двух противоположных по диаметру сторон).
5. Замерить твердость стали по длине площадок начиная от торца, через 1,5, а затем через 3 мм.
6. Построить кривую прокаливаемости в координатах «твердость - расстояние от торца».
7. Используя данные таблицы 17.1, определить глубину прокаливаемости углеродистой и легированной сталей.

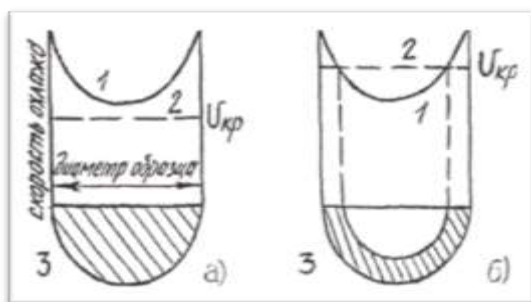
В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 9 вариантов тестов)

1. Прокаливаемость зависит:

- 1) от температуры закалки
- 2) от скорости охлаждения
- 3) от химического состава стали
- 4) от скорости нагрева

2. На каком из рисунков изображена сквозная прокаливаемость?



- 1) А
 - 2) Б
 - 3) А, Б
 - 4) нет правильного ответа
3. При каком условии образец (деталь) прокаливается насквозь?
- 1) при скорости охлаждения по сечению больше $V_{кр}$.
 - 2) при скорости охлаждения по сечению $V_{кр}$.
 - 3) при скорости охлаждения меньше $V_{кр}$.
 - 4) образец не может прокаливаться насквозь
4. В какой среде охлаждают углеродистые стали при закалке?
- 1) вода
 - 2) масло
 - 3) воздух
 - 4) печь
5. Какой легирующий элемент не замедляет распад аустенита?
- 1) Ni
 - 2) Cr
 - 3) Co
 - 4) Mg

7.2.18. Комплект заданий к практической работе.

Тема: «Выбор стали по заданным прочности и прокаливаемости».

А) Оформить отчет по теме практической работы.

Б) Выполнить задания к практической работе.

1. Получить вариант задания у преподавателя – значения размеров и прочности детали: $D(мм); L/D; \sigma_B$.
2. По номограмме М.Е. Блантера (рис.3) для этого критического диаметра, выставленного на шкале с приближенным отношением размеров детали L/D найти расстояние от торца до полумартенситной зоны стандартного образца.
3. По заданной прочности определить твердость стали после закалки и отпуска.
4. По графику (справочные данные) найти твердость в сердцевине детали после закалки $HRC \geq 40$ в зависимости от твердости после отпуска.
5. Определить наименьшее содержание углерода в стали по таблице (справочные данные) в соответствии с твердостью после закалки.
6. По кривым прокаливаемости для разных марок стали выбрать подходящую марку стали с учетом ее экономичности, обосновать свой выбор.
7. Назначить для выбранной стали режимы термической обработки – температуры нагрева (критические температуры указаны в справочных данных)

8. Рассчитать время выдержки для закалки и отпуска с учетом коэффициента среды, коэффициента формы и коэффициента равномерности нагрева.
9. Для выбранной марки стали определить склонность к обратной хрупкости.

7.2.19. Комплект заданий к лабораторной работе

Тема: «Химико-термическая обработка стали»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

1. Привести микроскопический анализ шлифов после цементации и азотирования. Оценить толщины диффузных слоев.
2. Описание назначения данного вида химико-термической обработки, его достоинств, недостатков и технологии проведения.
3. По толщине диффузного слоя рассчитать время проведения химико-термической обработки.
4. Представить режимы термической обработки в виде графика после данной химико-термической обработки, если она проводится.
5. Зарисовать структуру поверхностного слоя стали после химико-термической обработки.

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

Вариант 1 (и еще 10 вариантов тестов)

1. Поверхностный слой обладает максимальной твердостью после...
 1. цементации
 2. азотирования
 3. цианирования
 4. борирования
2. Укажите режим ТО после цементации рекомендованный для изделий, к которым предъявляют особо высокие требования по механическим свойствам.
 1. Нормализация.
 2. Закалка с цементационного нагрева + низкий отпуск.
 3. Закалка с 850°C + низкий отпуск.
 4. Закалка с 880°C в масле + закалка с 760°C в воде + низкий отпуск.
3. Для цементации используют ...
 1. низкоуглеродистые стали
 2. высокоуглеродистые стали
 3. стали, легированные Al, Cr, Mo.
 4. 38 ХМЮА, 35 ХМЮА
4. Расположите структурные составляющие по порядку от поверхности в глубь цементованного слоя.
 1. П + Ц_п
 2. Ф + П
 3. А + П
 4. П
5. Зависимость глубины диффузионного слоя от температуры и времени выдержки описывается математической зависимостью...
 1. $h = D\sqrt{\tau}$
 2. $h = 2D\sqrt{\tau}$
 3. $h = 2\sqrt{(\tau D)}$

$$4. h = 2D\tau$$

7.2.20. Комплект заданий к практической работе

Тема: «Маркировка конструкционных материалов»

А) Оформить конспект по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить 5 заданий итогового теста. Классифицировать, расшифровать марки сплавов.

Вариант 1 (и еще 14 вариантов тестов)

Ст5Гпс.

У10А

18Х2Н4МА

КЧ60-3

БрКМц3-1

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации Ми ТКМ-1.

Семестр ____2____

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Типы кристаллических решёток и их основные характеристики. Основные свойства кристаллов: анизотропия и полиморфизм.
2	Типы связей: ионная, ковалентная, Ван-дер-Ваальса, металлическая. Их особенности и влияние на свойства кристаллов.
3	Дефекты кристаллического строения, геометрическая классификация.
4	Точечные дефекты. Механизмы их образования. Зависимость равновесной концентрации вакансий от температуры.
5	Диффузия. Механизмы диффузии. Первый и второй законы Фика.
6	Дислокации. Влияние плотности дислокаций на прочностные свойства кристалла. Кривая Одингга. Расчет теоретической прочности.
7	Экспериментальные закономерности пластической деформации. Механические свойства и их характеристики.
8	Деформационное упрочнение. Природа наклепа. Текстура деформации.
9	Деформация поликристаллических тел. Зернограничное упрочнение. Закон Холла-Петча.
10	Механизмы пластической деформации: скольжение, двойникование, механизм теоретической прочности, механизм диффузионной ползучести..
11	Классификация и виды механических испытаний: статические, динамические, усталостные.
12	Испытание металлов на твердость. Испытание на растяжение. Испытания на ударную вязкость и циклическую прочность.
13	Разрушение хрупкое и вязкое. Температурный порог хладноломкости.
14	Термодинамические основы фазовых превращений. (Термодинамические потенциалы, фазовое равновесие, второй закон термодинамики.)
15	Понятия система, сплав, фаза, компонент, механическая смесь.
16	Фазы в сплавах. Химические соединения

№ п/п	Вопросы к зачету
17	Кристаллизация и ее этапы. Критический зародыш и зависимость его размеров от степени переохлаждения.
18	Закономерности кристаллизации. Кривые Таммана.
19	Фазы в сплавах. Твердые растворы и их типы. Условия неограниченной растворимости. Химические соединения.
20	Методы построения диаграмм состояния. Правило фаз Гиббса.
21	Основные типы диаграмм состояния. Правила коноды. Кристаллизация и структурообразование сплавов.
22	Влияние примесей на процессы кристаллизации и рекомендации по их использованию.
23	Диаграмма состояния железо-углерод. Фазы, линии, критические точки.
24	Диаграмма состояния железо-углерод. Кристаллизация и структурообразование сталей.
25	Зависимость свойств сталей от содержания углерода.
26	Д.с. железо-углерод метастабильная. Кристаллизация и структурообразование белых чугунов. Область применения.
27	Д.с. железо-углерод стабильная. Кристаллизация и структурообразование серых чугунов. Область применения.
28	Классификация серых чугунов. Способы получения. Влияние структуры на свойства серых чугунов.

7.3.2. Вопросы к промежуточной аттестации Ми ТКМ-2.

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к зачету
29	Превращения в сталях при нагреве. Наследственность аустенитного зерна. Определение балла зерна.
30	Превращения аустенита при охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита.
31	Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей. Характеристики дисперсности микроструктур.
32	Мартенситное превращение. Основные особенности, кинетика превращения.
33	Термообработка. Классификация и основные технологические параметры.
34	Закалка с полиморфным превращением. Назначение, виды закалки, структура сталей после закалки.
35	Способы закалки. Закаливаемость и прокаливаемость сталей.
36	Закалка без полиморфного превращения.
37	Превращения при отпуске.
38	Различие свойств продуктов закалки и отпуска (пластинчатых и зернистых структур).
39	Виды отпуска, их назначение, структура сталей после отпуска, различия в свойствах.
40	Стадийность процессов старения. Влияние технологических параметров термической обработки на структуру и свойства состаренных сплавов.
41	Отжиг 1 и 2 рода. Технологические параметры и назначение основных видов отжига.
42	Изменение структуры и свойств деформированных металлов при нагреве. Сущность, движущая сила и стадийность рекристаллизационных процессов.
43	Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа и температуры фазовых

	превращений. Классификация ЛЭ по типу взаимодействия с углеродом.
44	Влияние легирующих элементов на технологические параметры термической обработки. Влияние ЛЭ на прокаливаемость сталей
45	Классификация легированных сталей по структуре в равновесном и нормализованном состоянии. Классификация легированных сталей по содержанию легирующих элементов.
46	Основные виды ХТО. Сущность, технологические параметры, назначение. Стадии ХТО
47	Цементация, сущность, виды, формирование структуры цементованного слоя. ТО после цементации.
48	Азотирование Формирование азотистых фаз в поверхностном слое. Преимущества и недостатки азотирования и цементации.
49	Нитроцементация, цианирование, борирование, диффузионная металлизация.
50	Сущность и виды термо-механической обработки. Особенности формирования структуры и свойств сплавов при ТМО.
51	Классификация и маркировка конструкционных материалов. Специальные стали.
52	Цветные сплавы. Особенности строения, свойства, область применения.
53	Неметаллические материалы (пластмассы, резины, стекла) Особенности строения, свойства, область применения.
54	Композиционные материалы. Особенности строения, свойства, область применения.

7.3.3. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет 40 и более баллов
2, 3	зачет	«не зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет менее 40 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания
1	А.М. Адашкин, А.Н. Красновский	Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2017
2	В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова	Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016
3	А.В. Поздняков.	Материаловедение [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ю.П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен	Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебник	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	О.А. Масанский	Материаловедение и технологии конструкционных материалов [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Арзамасов В.Б [и др.]; под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепяхина	Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2011	ЭБС «Библиотех»
4	Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин	Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
		31.08.2022

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Термообработка материалов" Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (Е-105)	Столы ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-326).	Столы ученические (моноблоки) двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая). Экран навесной, стационарный проектор, процессор, мышь компьютерная, пульт для проектора.
3	Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (Г-104)	Столы ученические двухместные (моноблоки) , стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).
4	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-214)	Столы ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная.
5	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Столы ученические трехместные (моноблоки) , стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра настольная

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-302)	
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
7	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.