

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

**Б1.О.18**

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Материаловедение и технология конструкционных материалов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)

Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 9 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	3	Итого
	зачет	зачет	
Вид занятий			
Лекции	32	32	64
Лабораторные	32	32	64
Практические	16	32	48
Руководство: РГР	-	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25	0,5
Контактная работа	80,25	96,25	176,5
Самостоятельная работа	63,75	83,75	147,5
Контроль	-	-	-
Итого	144	180	324

Рабочую программу составила:

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

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

Срок действия рабочей программы дисциплины до «\_31\_» \_\_августа\_\_2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

---

(протокол заседания № 2 от «31» августа 2022 г)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – познание природы и свойств материалов, закономерностей их изменения при воздействии различных факторов, а также 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.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: - "Физика прочности и пластичности ", "Кристаллография и дефекты кристаллического строения", "Механические и физические свойства материалов ", "Методы исследования, контроля и испытания материалов", "Новые материалы и технологии", "Теория и технология термической обработки", "Материалы и специальные покрытия».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3. Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	ОПК-3.1 Моделирует физические и химические системы, явления и процессы при проектировании материалов.	Знать: 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: структурировать и систематизировать информацию, обосновывать методы решения сформулированных задач в области выбора материалов и способов достижения эксплуатационных свойств
		Владеть: навыками использования специальной терминологии, методами исследования структуры и свойств материалов; навыками выбора оптимальных способов обработки материалов и контроля качества изделий, навыками организации работы коллектива
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.5 Проектирует технологические процессы создания материалов и их обработки с целью достижения требуемого уровня физико-химических свойств	Знать: физические явления, протекающие в материалах при их получении, обработке, методы механических испытаний материалов основные технологические процессы получения и обработки материалов и изделий из них; основные требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий эксплуатации

		<p>Уметь: выбирать экологичные и безопасные материалы и технологии при производстве изделий в машиностроении, распознавать физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации, выбирать технологические параметры обработки материалов..</p> <p>Владеть: стандартными методами испытания материалов и определения механических характеристик; методами анализа экспериментальных и теоретических данных, навыками оценки рациональности использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении</p>
--	--	--

#### 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. Понятия состав, строение, свойства. Модель ближнего взаимодействия атомов. Атомно-кристаллическое строение	2	2			Вопросы к зачету 1,2
Модуль 1	Лаб 1	Анализ кристаллического строения металлов и сплавов. Характеристики кристаллических решеток.	2	2	4		Комплект заданий к л.р.1 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 1	Пр 1	Основные свойства формовочных смесей	2	2	4		Комплект заданий для Пр 1
Модуль 1	Лек 2	Основные свойства кристаллов – анизотропия, полиморфизм. Виды связей в кристаллах и их влияние на свойства.. Термодинамика, реальные	2	2			Вопросы к зачету 2

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 1	Лаб 2	Индексы Миллера. Построение кристаллографических плоскостей и направлений.	2	2	4		Комплект заданий к л.р. 2 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 1	Лек 3	Геометрическая классификация дефектов. Термодинамические потенциалы. Реальные и идеальные кристаллы. Виды точечных дефектов.	2	2		2	Вопросы к зачету 3
Модуль 1	Лаб 3	Расчет равновесной концентрации вакансий. Определение энергии и плотности дислокаций.	2	2	5		Комплект заданий к л.р. 3 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 1	Пр 2	Технология изготовления литейной формы	2	2	5		Комплект заданий для Пр 2

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 1	Лек 4	Механизмы образования точечных дефектов и их влияние на свойства кристаллов. Диффузия, законы, движущая сила диффузии.	2	2			Вопросы к зачету 4,5
Модуль 1	Лаб 4	Макроскопический анализ.	2	2	3	2	Комплект заданий к л.р.4 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 1	Лек 5	Теоретическая и реальная прочность. Дислокации, виды дислокаций, вектор Бюргерса, движение, взаимодействие, размножение дислокаций.	2	2			Вопросы к зачету 6
Модуль 1	Лаб 5	Микроскопический анализ металлов и сплавов.	2	2	3	2	Комплект заданий к л.р.5 Отчет по работе, промежуточное тестирование

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 1	Пр 3	Определение формы и размеров литой заготовки и модели	2	2	5	2	Комплект заданий для Пр 3
Модуль 1	Лек 6	Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Поверхностные и объемные дефекты. Механические явления в твердых телах, основные механические свойства.	2	2			Вопросы к зачету 6,11
Модуль2	Лаб.6	Испытание материалов на твердость	2	2	4		Комплект заданий к л.р.6 Отчет по работе, промежуточное тестирование



<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 2	Лек 7	Экспериментальные закономерности пластической деформации. Деформация монокристаллов. Модули упругости. Стадия легкого скольжения, фактор Тейлора.	2	2		-	Вопросы к зачету 7
Модуль 2	Лаб 7	Испытание материалов на одноосное растяжение до разрыва. Определение механических характеристик по диаграмме растяжения.	2	4	5	2	Комплект заданий к л.р.7 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 2	Пр 4	Назначение и общее устройство универсальных металлорежущих станков	2	2	4	-	Комплект заданий для Пр 4

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 2	Лек 8	Деформационное упрочнение. Стадийность ПД. Стадии множественного скольжения, динамического возврата, ротационная , разрушение. Классификация остаточных напряжений.	2	2		-	Вопросы к зачету 8
Модуль 1	Лек 9	Механизмы пластической деформации. Явление ползучести. Деформация поликристаллов.	2	2			Вопросы к зачету 9,10
Модуль 2	Лаб 8	Усталостные испытания материалов.	2	2	5		Комплект заданий к лаб.р. № 8 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 2	Пр 5	Классификация и конструкция токарных резцов	2	2	4	2	Комплект заданий для Пр 5

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 2	Лек10	Факторы упрочнения сплавов	2	2		2	Вопросы к зачету 8.9
Модуль2	Лаб 9	Влияние холодной пластической деформации на твердость металлических сплавов.	2	2	3		Комплект заданий к л.р. 9 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 1	Лек 11	Классификация и виды механических испытаний: статические, динамические, усталостные. Разрушение. Механизмы разрушения металлических материалов: вязкое, хрупкое, квазихрупкое, вязко-хрупкое, смешанное, усталостное.	2	2			Вопросы к зачету 11-13
Модуль 2	Лаб 10	Испытания на ударную вязкость	2	2	5		Комплект заданий к л.р. 10 Отчет по работе, промежуточное тестирование

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 3	Лек 12	Термодинамика фазовых превращений. Гомогенная кристаллизация. Зависимость размера критического зародыша от степени переохлаждения.	2	2		-	Вопросы к зачету 14,15,17
Модуль 2	Лаб 11	Фрактографический анализ.	2	2	4	2	Комплект заданий к л.р. 11 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 2	Пр 6	Разработка технологического процесса изготовления деталей методом точения. Определение элементов режима токарной обработки.	2	2	5		Комплект заданий для Пр 6

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 1-2	См.р.	Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	2	43,75			
Модули 1-2	ПА	Промежуточная аттестация	2	0,25		-	
Модуль 3	Лек 13	Гетерогенная кристаллизация, вторичная кристаллизация, кривые Таммана, рост кристаллов. Кристаллизация слитка	2	2		2	Вопросы к зачету 17-18
Модуль 3	Лаб 12	Термический анализ сплавов.	2	2	4	-	Комплект заданий к л.р. 12 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 3	Лек 14	Фазы в сплавах: чистые компоненты, твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы.	2	2		2	Вопросы к зачету 16,19

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 3	Лаб 13	Анализ диаграмм состояния	2	4	5		Комплект заданий к л.р. 13 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 3	Пр 7	Ручная электродуговая сварка покрытыми электродами	2	2	4		Комплект заданий для Пр 7
Модуль 3	Лек 15	Диаграмма состояния однокомпонентной системы Правило фаз Гиббса. ДС двухкомпонентных систем 1,2 рода. Правила коноды.	2	2		-	Вопросы к зачету 20,21
Модуль 3	Лек 16	Диаграммы состояния двухкомпонентных систем 3,4 родов. Диаграммы состояния с перетектическим, эвтекто- идным, перетектоидным превращениями.	2	2		2	Вопросы к зачету 21,22

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 8	Технология ускоренного изготовления деталей и прототипов	2	2	5	-	Комплект заданий для Пр 8
		Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	2	18			
Модуль 1, 2,3		Посещаемость	2		10 ББ		
Модуль 1,2,3		Тест итоговый	2	2	100		Итоговое тестирование
<b>Итого:</b>				<b>144</b>	<b>100+100</b>		

**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 4	Лек.1	Диаграмма состояния «Fe-Fe <sub>3</sub> C». Фазы, линии, критические точки. Формирование равновесной структуры сталей. Влияние содержания углерода на механические свойства сталей.	3	2			Вопросы к зачету 23-25
Модуль 4	Лаб1	Микроскопический анализ структуры сталей в равновесном состоянии	3	4	5		Комплект заданий к л.р.1 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 4	Пр 1	Анализ процессов сруктурообразования сталей. Построение термических кривых охлаждения. Расчет количества фазовых составляющих.	3	4	4		Комплект заданий для Пр 1



<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 4	Лек 2	Диаграмма «Fe-C» Структурообразование чугунов. Формирование металлической основы графитизированных чугунов.	3	2			Вопросы к зачету 26-28
Модуль 4	Лаб 2	Исследование структуры белых и графитизированных чугунов методом микроанализа.	3	2	5		Комплект заданий к л.р.2 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 4	Лек 3	Превращения в углеродистой стали при нагреве. Рост аустенитного зерна при нагреве.	3	2			Вопросы к зачету 30
Модуль 4	Лаб 3	Определение размера зерна стали методом микроанализа.	3	2	4		Комплект заданий к л.р.3 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 4	Пр 2	Анализ диаграммы изотермического распада аустенита.	3	4	4		Комплект заданий для Пр 2

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 4	Лек 4	Изотермический распад переохлажденного аустенита. Влияние скорости охлаждения на дисперсность феррито-цементитных смесей.	3	2			Вопросы к зачету 30
Модуль 5	Лек 5	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 32,37
Модуль 5	Лаб 4	Отжиг и нормализация углеродистой стали.	3	2	4		Комплект заданий к л.р. 4 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	Пр 3	Назначение основных видов отжига и анализ дефектов, устранимых отжигами 1 и 2 родов.	3	4	4		Комплект заданий для Пр 3
Модуль 5	Лек 6	Процессы, происходящие в деформированных сплавах при нагреве. Сущность и стадийность рекристаллизационных процессов.	3	2			Вопросы к зачету 37

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 5	Лаб 5	Рекристаллизационный отжиг сталей.	3	2	4		Комплект заданий к л.р. 5 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	Лек 7	Мартенситное превращение. Особенности, кинетика.	3	2			Вопросы к зачету 31
Модуль 5	Пр 4	Формирование структуры сталей в процессе закалки. Влияние технологических параметров закалки на структуру и свойства сталей.	3	4	4	2	Комплект заданий для Пр 4

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 5	Лек 8	Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. Виды закалки. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на мартенситное превращение. Способы закалки. Прямое и обратное мартенситные превращения Эффект памяти формы.	3	2			Вопросы к зачету 31,33,39
Модуль 5	Лаб 6	Закалка углеродистой и легированной стали.	3	2	3	2	Комплект заданий к л.р.6 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	Лек 9	Превращения при отпуске. Формирование структуры сталей в процессе отпуска.	3	2		-	Вопросы к зачету 34-36
Модуль 5	Пр 5	Анализ и выбор режимов отпуска сталей .Формирование структуры сталей в процессе отпуска.	3	2	4	2	Комплект заданий для Пр 5

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 5	Лаб 7	Отпуск углеродистой стали.	3	4	5	2	Комплект заданий к л.р. 7 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	Лек 10	Процессы старения. Влияние температуры и времени выдержки на структуру и свойства стареющих сплавов.	3	2		-	Вопросы к зачету 39
Модуль 5	Лаб 8	Влияние количества углерода на твердость закаленной углеродистой стали.	3	2	5	2	Комплект заданий к л.р. 8 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	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 5	Лаб 9	Влияние скорости охлаждения на твердость углеродистой стали.	3	4	5		Комплект заданий к л.р. 9 Отчет по работе, промежуточное тестирование

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 5	Лек 12	Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Влияние легирующих элементов на технологические параметры ТО.	3	2			Вопросы к зачету 38
Модуль 6	Лаб 10	Влияние легирующих элементов на прокаливаемость стали, определяемую методом торцевой закалки	3	2	4	-	Комплект заданий к л.р. 10 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 5	Пр 6	Выбор сталей по заданным прочности и прокаливаемости.	3	4	4		Комплект заданий для Пр 6

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модули 4,5	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 6	Лек 13	Химико-термическая обработка. Сущность, основные виды и их назначение.		2		-	Вопросы к зачету 39,40
Модуль 6	Лаб 11	Влияние цементации на микроструктуру и твердость углеродистой стали.	3	2	5		Комплект заданий к л.р. 11  Отчет по работе, промежуточное тестирование

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль 6	Пр 7	Микроскопический анализ азотированных слоев. Анализ достоинств и недостатков основных видов ХТО	3	4	4		Комплект заданий для Пр 7
Модуль 6	Лек 14	Термо-механическая обработка. Основные виды. Особенности формирования структуры сталей и сплавов при ТМО. Инструментальные стали.	3	2		2	Вопросы к зачету 40,41
Модуль 6	Пр 8	Классификация и маркировка сталей и чугунов.	3	2	4	-	Комплект заданий для Пр 8



<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебно й работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
Модуль6	Лек 15	Цветные сплавы ( медные, алюминийевые, магниевые, титановые). Особенности строение, свойств, назначение					
Модуль6	Лек 16	Композиционные и наметаллические материалы. Особенности их строения и свойств. Области применения.	3	2		2	Вопросы к зачету 42-44
Модуль 6	Лаб 12	Закалка и старение алюминиевого сплава.	3	4	5		Комплект заданий к л.р. 12 Отчет по работе, промежуточное тестирование
Модуль 6	Пр 9	Классификация и маркировка цветных сплавов.	3	4	4	-	Комплект заданий для Пр 9
		Самостоятельная работа по изучению специальной литературы и оформлению лабораторных и практических работ.	3	38			

Модуль (раздел)	Вид учебно й работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модули 4-6		Посещаемость	3		10 ББ		
Модули 4-6		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**

## 5. Образовательные технологии.

При изучении курса «Материаловедение» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, лабораторных, практических работ и самостоятельной работы студентов;
- технология балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, включая тестирования как форму контроля знаний студентов.
- информационные технологии (визуальные лекции с использованием презентационного метода обучения).
- элементы проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в практических и лабораторных работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по экспериментальным и расчетным данным.

## 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
2,3	ОПК-3	<b>Ми ТКМ1</b> Тестовые задания: №№ 1-246 Лаб р. № 1-3, 12, 13 Практик. р. № 1, 7, 8 Вопросы к зачету: №№ 11-15, 18, 22 <b>Ми ТКМ2</b> Тестовые задания: №№ 1-53, 218-375 Лаб р. № 3-5 Практик. р. № 1-3 Вопросы к зачету: №№ 32-44
2,3	ОПК-6	<b>Ми ТКМ1</b> Тестовые задания: №№ 247-501 Лаб р. № 1, 2, 4-6 Практик. р. № 1-5 Вопросы к зачету: №№ 1-10, 16-22 <b>Ми ТКМ2</b>

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
		Тестовые задания: №№ 54-217, 376-500 Лаб р. № 3, 7-12 Практик. р. № 6-9 Вопросы к зачету: №№ 23-31

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

### Ми ТКМ 1

#### 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.

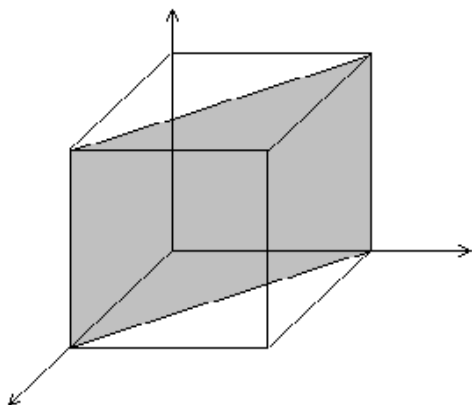
- Плоскость в кубическом кристалле отсекает на координатных осях отрезки, равные  $a$ ;  $2a$ ;  $c$ . Определить кристаллографические индексы плоскости  $(hkl)$ ?
- Постройте пространственное изображение плоскостей (на примере куба), имеющих кристаллографические индексы  $(110)$ ;  $(111)$ ;  $(112)$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

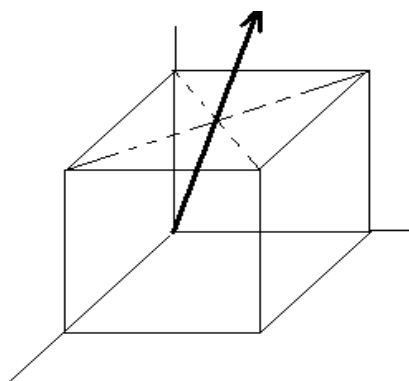
- К сложным кристаллическим решеткам относят ...
  - кристаллические кубические решетки
  - решетки с большим количеством атомов
  - решетки, у которых на долю элементарной ячейки приходится более одного атома
  - решетки, у которых на долю элементарной ячейки приходится один атом
- Выберите соответствующие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

3. Укажите обозначения плоскости в индексах Миллера .



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

4. Укажите Индексы Миллера для направления



1.  $[112]$
2.  $[221]$
3.  $[212]$
4.  $[121]$

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 лабораторной работе.

Тема: «Дефекты кристаллического строения»

Часть 1. Рассчитайте равновесную долю вакансий при температурах: —  $196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\frac{1}{2}T_{\text{пл}}$ ;  $\frac{2}{3}T_{\text{пл}}$ ;  $0,9T_{\text{пл}}$ ;  $T_{\text{пл}}$  (по абсолютной шкале). Постройте график зависимости доли вакансий от температуры. Расчёт сделайте для:

1 вариант	алюминия
2 вариант	золота
3 вариант	кадмия

5 вариант	цинка
6 вариант	никеля
7 вариант	платины

4 вариант	серебра
--------------	---------

8 вариант	молибдена
--------------	-----------

Часть 2. В расчёте на 1 см<sup>3</sup> металла оцените: а) энергию дислокаций при их максимально возможной плотности  $\sim 10^{12}$  см ; б) энергию вакансий при их максимально возможной равновесной концентрации (вблизи температуры плавления). Расчёт сделайте для:

1 вариант	свинца
2 вариант	меди
3 вариант	ванадия
4 вариант	$\alpha$ -железа

5 вариант	ниобия
6 вариант	серебра
7 вариант	магния
8 вариант	ванадия

Задание выполняется индивидуально, по вариантам. Выбор нужного варианта осуществляется по номеру в списке группы.

### 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:** «Испытания материалов на одноосное растяжение до разрыва. Определение механических характеристик прочности и пластичности»

А) Оформить отчет по теме работы.

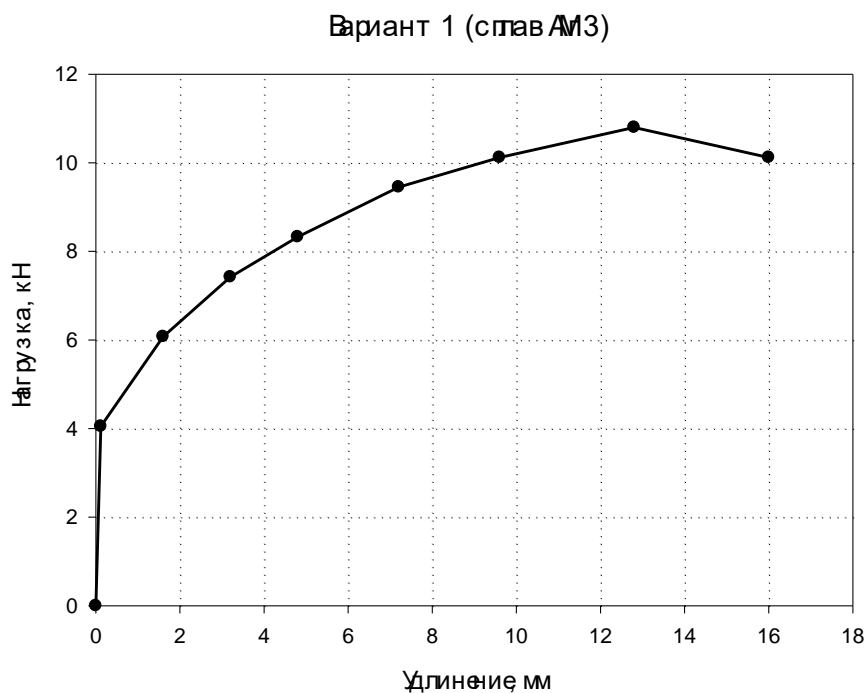
Б) Выполнить задания к практической работе.

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  $\sigma$  - относительная деформация  $\varepsilon$ »;

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

**Вариант 1** (и еще 9 вариантов диаграмм растяжения)

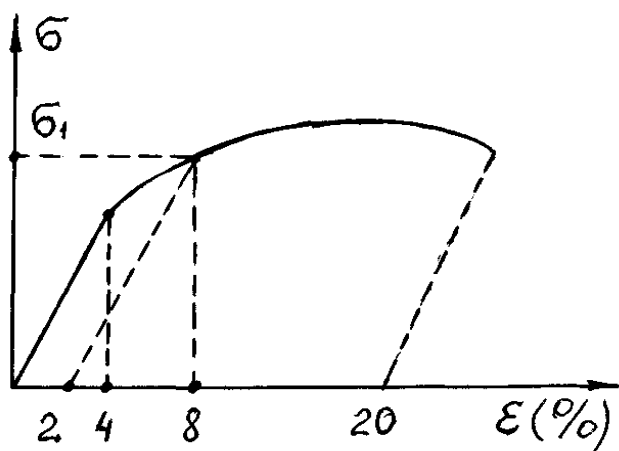


В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

**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 достижении которого происходит разрушение
  4. напряжение, при котором материал выдерживает минимальное число циклов нагружения
3. При испытании на растяжение образец нагрузили до напряжения  $\sigma_1$ , 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.  $\sigma_B$ ;  $\sigma_T$ ;  $\sigma_{ПП}$
  2.  $\sigma_T$ ;  $\sigma_{ПП}$ ;  $\sigma_B$
  3.  $\sigma_{ПП}$ ;  $\sigma_T$ ;  $\sigma_B$
  4.  $\sigma_{ПП}$ ;  $\sigma_B$ ;  $\sigma_T$

#### 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 первоначальные 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. $\sigma_B$	1. твердость
2. $\delta\%$	2. пластичность
3. HB	3. ударная вязкость
4. KCT	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. 3000 кг
  2. 150 кг
  3. 100 кг
  4. 500 г
5. Микротвердость обозначается...
  1. HB
  2. H $\mu$
  3. HRC
  4. HV

#### **7.2.6. Комплект заданий к лабораторной работе.**

**Тема:** «Определение ударной вязкости материалов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

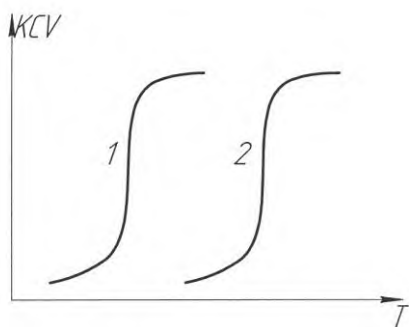
Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

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 KCU 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 лабораторной работе.

**Тема:** «Анализ характера разрушения металлов и сплавов (фрактографический анализ)»

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:** «Термический анализ сплавов»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

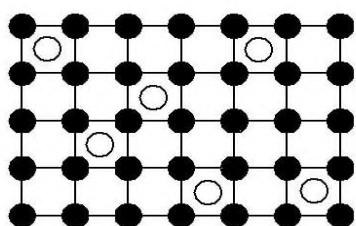
Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

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



○ – компонент А  
● – компонент В

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

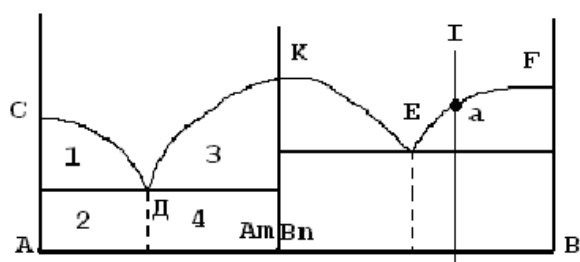
2. Критическим зародышем называется

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.

### 7.2.9. Комплект заданий к лабораторной работе по теме:

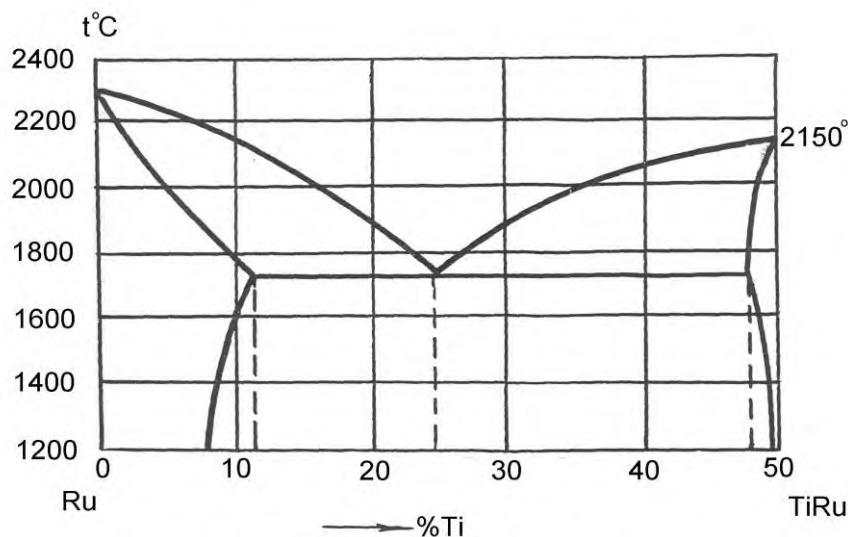
«Анализ диаграмм состояния двухкомпонентных систем»

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 температурных интервалах между критическими точками по правилу фаз Гиббса и построить кривую охлаждения этого сплава в координатах температура-время;
- д) определить для заданной температурой сплава состав фаз и весовое соотношение фаз;
- е) охарактеризовать структуру заданного сплава при комнатной температуре.

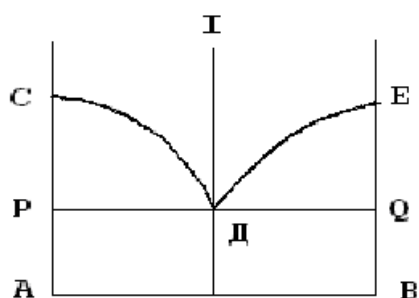
**Вариант 1** (и еще 20 вариантов диаграмм состояния)



Б) Выполнить 5 заданий итогового теста.

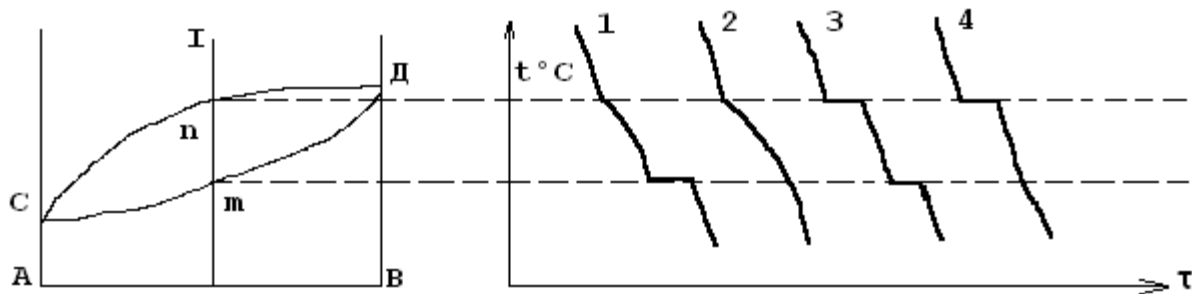
**Вариант 1** (и еще 10 вариантов тестов)

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



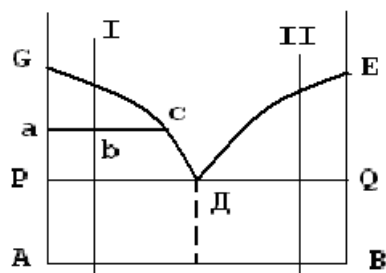
1. В + жидкость
2. А + жидкость
3. А + В + жидкость
4. А + В

2. Укажите кривую охлаждения, соответствующую сплаву I



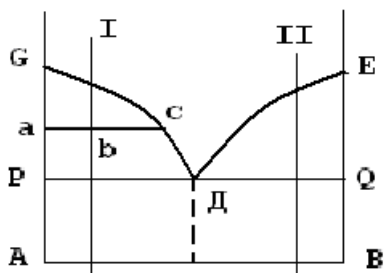
- 1.1
- 2.2
- 3.3
- 4.4

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



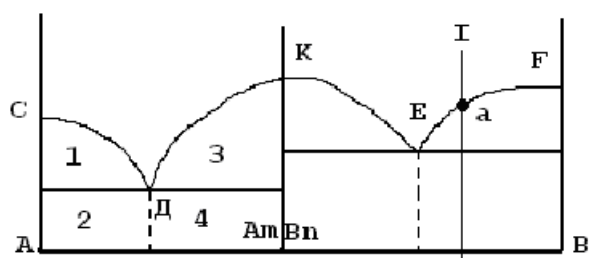
1.  $A = \frac{ab}{bc} \times 100\%$
2.  $A = \frac{bc}{ac} \times 100\%$
3.  $A = \frac{bc}{ab} \times 100\%$
4.  $A = \frac{ac}{bc} \times 100\%$

4. Укажите структуру сплава II при комнатной температуре



1.  $\alpha + \beta$
2. В + А
3. В + эвтектика (А + В)
4.  $\beta$  + эвтектика ( $\alpha + \beta$ )

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



1. Ноль
2. Одна
3. Две
4. Три

## Мн ТКМ 2

### 7.2.10. 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 %C; 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  $\alpha$ -железе
- 4) Твердый раствор углерода в  $\gamma$ -железе

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

- 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 %C?

- 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

### 7.2.11. 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:  

$$HRC=f(C\%), \quad HRC=f(V_{охл}).$$
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.

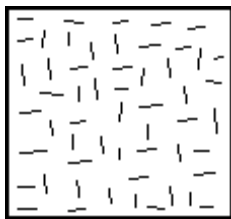
В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

**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?

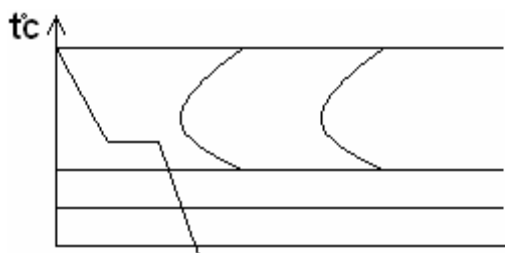


- 1) Мартенсит мелкоигльчатый
- 2) Мартенсит крупноигльчатый
- 3) Мартенсит + троостит
- 4) Мартенсит + цементит

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

### 7.2.12. Комплект заданий к лабораторной работе.

**Тема: «Структура, свойства и применение чугунов»**

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

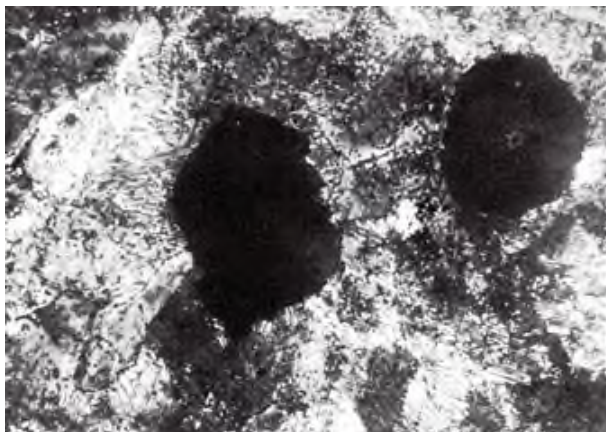
1. Метастабильная и стабильная (отдельно) диаграммы с указанием на них структурных составляющих.
2. Изучить под микроскопом при увеличении  $\times 500$  имеющийся набор микрошлифов.
3. Зарисовать схематично микроструктуру.
4. Дать характеристику чугуна по следующей схеме: класс чугуна, подкласс, форма 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)  $\Pi + \text{Л} + \text{Ц} \Pi$

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

### 7.2.13. Комплект заданий к 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 зернограничное упрочнение.
  1.  $\sigma_T = \sigma_0 + \kappa d^{-1/2}$
  2.  $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha U^n C^m$
  3.  $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha G b \sqrt{\rho}$
  4.  $\sigma_T = \sigma_0 + \alpha G b^2 L$
5. Наибольшую твердость, из перечисленных структурных составляющих, имеет..
  1. перлит
  2. троостит
  3. сорбит
  4. феррит

### **7.2.14. 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.

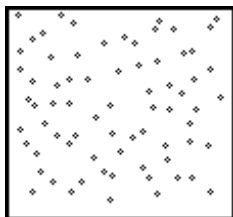
3. Определить на твердомере по шкале С твердость отпущенных образцов Построить зависимость  $HRC=f(T_{отп.})$  для стали 45 и объяснить причины падения твердости.
4. Схематически зарисовать структуру после всех видов отпуска и описать процессы, протекающие в углеродистой стали при низком, среднем и высоком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

В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

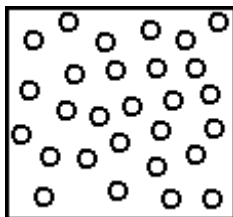
#### Вариант 1 (и еще 11 вариантов тестов)

1.Какая структура имеет выше пластичность?

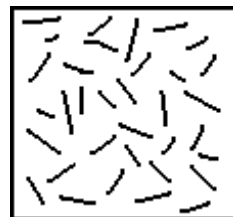
1)



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  $\epsilon$ -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

#### 7.2.15. Комплект заданий к лабораторной работе

**Тема:** «Отжиг сталей»

А) Оформить отчет по теме лабораторной работы.

Б) Выполнить задания к лабораторной работе.

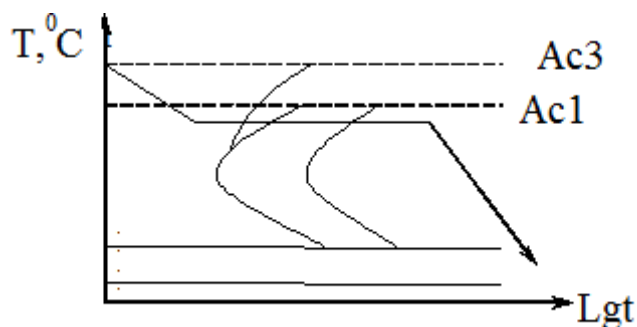
1. Получить опытные образцы, записать марку стали, испытать твердость образцов по Роквеллу (шкала В).

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

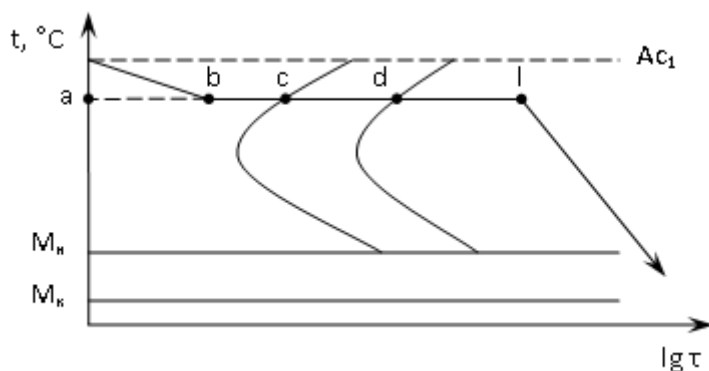
3. Сталь У9. Температура нагрева  $750^{\circ}C$ . Охлаждение в воде. Определите вид термической обработки.

- 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

### 7.2.15. 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.

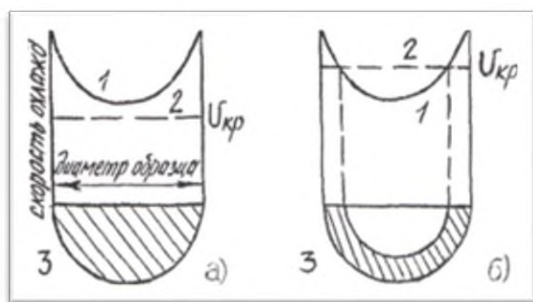
В) Выполнить 5 заданий итогового теста.

**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

### 7.2.16. 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  $850^{\circ}\text{C}$  + низкий отпуск.
  4. Закалка с  $880^{\circ}\text{C}$  в масле + закалка с  $760^{\circ}\text{C}$  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<sub>II</sub>
  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.  $h = 2D\tau$

### **7.2.17. 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

БрКМц3-2

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации (МиТКМ1)

№ 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 Одингса. 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
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.

#### 7.3.2. Вопросы к промежуточной аттестации (МиТКМ2)

№ п/п	Вопросы к зачету
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.
23	Диаграмма состояния железо-углерод. Фазы, линии, критические точки.
24	Диаграмма состояния железо-углерод. Кристаллизация и структурообразование сталей.
28	Классификация серых чугунов. Способы получения.
29	Влияние структуры на свойства серых чугунов.
30	Превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей.
31	Мартенситное превращение. Основные особенности, кинетика превращения.
32	Термообработка. Классификация и основные технологические параметры.
33	Закалка. Назначение, виды закалки, структура сталей после закалки. Способы закалки.
34	Превращения при отпуске.
35	Различие свойств продуктов закалки и отпуска (пластинчатых и зернистых структур).
36	Виды отпуска, их назначение, структура сталей после отпуска, различия в свойствах.
37	Отжиг 1 и 2 рода. Технологические параметры и назначение основных видов отжига.
38	Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа и технологические параметры термической обработки. Влияние ЛЭ на прокаливаемость сталей.
39	Закалка без полиморфного превращения. Стадийность процессов старения.
40	Основные виды ХТО. Сущность, технологические параметры, назначение. ТМО, особенности формирования структуры и свойств сплавов при ТМО.
41	Классификация и маркировка конструкционных материалов. Специальные стали.
42	Цветные сплавы. Особенности строения, свойства, область применения.
43	Неметаллические материалы (пластмассы, резины, стекла) Особенности строения, свойства, область применения.
44	Композиционные материалы. Особенности строения, свойства, область применения.

### 7.3.3. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2, 3	зачет	«зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет 55 и более баллов
		«не зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет 54 баллов и менее 4

## 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	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Д. А. Болдырев, С. В. Давыдов, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков	Материаловедение : учебное пособие / Д. А. Болдырев, С. В. Давыдов, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 424 с. — ISBN 978-5-9729-0417-4.	Учебное пособие	2020	ЭБС Лань
2	С. И. Богодухов, Е. С. Козик	Материаловедение : учебник / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2020. — 504 с. — ISBN 978-5-907104-39-6.	Учебник	2020	ЭБС Лань
3	Ю. П. Земсков	Материаловедение : учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114- 3392-6.	Учебное пособие	2019	ЭБС Лань

## 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	Солнцев Ю.П. [и др.] ; под ред. Ю.П. Солнцева	Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебник	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	О. А. Масанский [и др.]	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. Черепихина	Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2011	ЭБС «Библиотех»
4	Г.В. Клевцов [и др.].	Учебное пособие для выполнения лабораторного практикума по курсу «Материаловедение» для технических направлений подготовки бакалавров	Лабораторный практикум	2016	Репозиторий ТГУ
5	Дмитренко В.П., Мануйлова Н.Б	Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.COM"

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.mgtu.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](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : [elibrary.ru](http://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](http://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 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 1489 от 28.12.2022-до 30.06.2023 включительно

### 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	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
2	Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.Е-203	Стол преподавательский, стол ы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
3	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
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Е-403	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет