

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

**Б1.В.06**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория и технология термической обработки металлов и сплавов**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация

Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем

Форма обучения: заочная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Экз	
<b>Вид занятий</b>		
Лекции	4	<b>4</b>
Лабораторные	-	-
Практические	-	-
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	<b>0,35</b>
Контактная работа	4,35	<b>4,35</b>
Самостоятельная работа	95	<b>95</b>
Контроль	8,65	<b>8,65</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.ф-м.н. 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 (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2031 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

---

(протокол заседания № 1 от «03» сентября 2025г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение теоретических основ и процессов термической обработки сталей и сплавов, применяемых в современном машиностроении, как способа достижения требуемых свойств изделий для их успешной эксплуатации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Химия», «Материаловедение и ТКМ», «Технология конструкционных материалов», «Фазовые равновесия и структурообразование», «Дефекты кристаллического строения и физика прочности и пластичности», «Дефекты кристаллического строения», «Физика прочности и пластичности», «Материаловедение перспективных материалов».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Методы исследования, контроля и испытания материалов», «Металлические и неметаллические материалы», практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР), ВКР.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-6. Способен разрабатывать технологические решения для изготовления изделий из металлических и неметаллических конструкционных материалов и получения поверхностей деталей с заданными свойствами	ПК- 6.1 Способен создавать схематически карты техпроцессов изготовления деталей из конструкционных материалов с помощью сварки и родственных процессов	Знать: технологические процессы производства и обработки материалов и изделий из них, фазовые превращения, протекающие в процессе обработки, взаимосвязь структуры и свойств сплавов, влияние легирующих элементов на процессы формирования структуры и свойств.
		Уметь: выбирать технологические параметры термической и химико-термической обработки, устанавливать взаимосвязь между технологическими параметрами, конечной структурой и свойствами материалов; использовать теоретические знания в исследованиях и расчетах; создавать схематически карты техпроцессов изготовления деталей из конструкционных материалов с помощью сварки и родственных процессов.
		Владеть: навыками в разработке технологических процессов термической обработки материалов

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		и изделий из них и получения поверхностей деталей с заданными свойствами

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер- актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль1	Лек.1	Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению. Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к зачету №1-7
Модуль1	Лек.1	Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению. Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к зачету №1-7
Модуль1	Лек.1	Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к

		<p>сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению.</p> <p>Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них.</p> <p>Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.</p>					зачету №1-7
Модуль1	Лек.1	<p>Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению.</p> <p>Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них.</p> <p>Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.</p>	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к зачету №1-7
Модуль1	Лек.1	<p>Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению.</p> <p>Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них.</p> <p>Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.</p>	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к зачету №1-7

Модуль1	Лек.1	<p>Фазовые превращения в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов Связь ТО с диаграммами состояния. Классификация видов термической обработки по назначению.</p> <p>Основные технологические параметры ТО и факторы ,влияющие на них.</p> <p>Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом. Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.</p>	4	2	1	2	Опрос, Вопросы к зачету №1-7
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>100</b>	<b>4</b>				

## 5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала в виде лекций, лабораторных и практических работ.

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

Интерактивные технологии – предлагают 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.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

Учебная деятельность студента в процессе изучения дисциплины «Теория и технология термической обработки металлов и сплавов» состоит из контактной формы работы с преподавателем в аудитории и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение лекций, практических и лабораторных занятий и иных форм работы.

При выполнении лабораторных работ используются МУ: Г.В. Клевцов, М.А. Выбойщик, Н.А. Клевцова, Л.И. Попова. Лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» для технических направлений подготовки бакалавров. - Тольятти: ТГУ, 2018.- 1 оптический диск..

Каждая из практических работ завершается выполнением теста, который позволяет студенту оценить уровень овладения изучаемой темой.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Теория и технология термической обработки металлов и сплавов» имеет особое значение, поскольку позволяет перейти от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Самостоятельная работа студентов служит получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию профессиональных навыков и умений.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-6	Вопросы к экзамену № 1-59

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

#### 7.2.1 Задание к лабораторной работе «Расчет времени нагрева и выдержки для аустенизации сталей в процессе термической обработки»

1. Нарисовать эскиз детали с указанием размеров согласно своему варианту (таблица 1).



2. Определить характерный размер изделия.
3. Определить температуру аустенизации для заданной марки стали.
4. Рассчитать общее время выдержки детали в печи по методу Гуляева.
5. Рассчитать общее время выдержки детали в печи по методу Смольникова.
6. Провести сравнительный анализ рассчитанных величин времени выдержки, сделать выводы.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Отчет оформить в соответствии с пунктами задания 1-7.

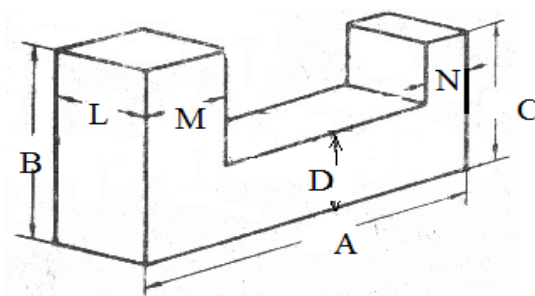


Рис.1 Эскиз детали.

Таблица 1

Варианты заданий

Варианты №	A	B	C	D	M	N	L	Марка стали	Среда нагрева
1	150	70	60	40	30	20	40	09Г2С	Соляная ванна
2	120	60	50	30	20	15	30	30Х	Газовая среда
3	110	70	50	30	20	20	30	60С2А	Газовая среда
4	160	80	70	50	40	30	45	45ХНМ	Соляная ванна
5	180	90	70	40	30	20	50	25ХМФ	Соляная ванна

Задание выполняется индивидуально, по вариантам.

**7.2.2. Задание к лабораторной работе «Анализ термокинетической диаграммы распада аустенита. Определение критической скорости закалки и выбор закалочной среды».**

1. Обозначить и назвать линии термокинетической диаграммы распада аустенита. ТКДПА для различных марок сталей представлены на рисунках 1-3, варианты заданий – в таблице 1.
2. Указать фазовый и структурный состав областей ТКДПА.
3. Рассчитать верхнюю критическую скорость закалки и выбрать закалочную среду.

4. Рассчитать скорость охлаждения на заданную твердость стали. Выбрать среду охлаждения на заданную твердость стали.

5. Установить вид термической обработки, соответствующий заданной температуре нагрева (нагрев осуществляется в аустенитную область) и скорости охлаждения.

6. Для заданной скорости охлаждения определить:

— степень переохлаждения и время задержки до начала выделения избыточной структурной составляющей;

— степень переохлаждения и время задержки до начала распада аустенита на феррито-цементитную смесь;

— время окончания распада аустенита на Ф+Ц смесь;

7. Определить конечную структуру стали для заданной скорости охлаждения и количество структурных составляющих в %.

Задание выполняется по вариантам, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Варианты заданий		
№	ТДКПА для марки стали	Заданная твердость стали
1	35ХМ	28HRC
2	35ХМ	52 HRC
3	20Г	193HV
4	20Г	219HV
5	40	232HV
6	40	274HV

### **7.2.3. Задание к лабораторной работе «Анализ диаграммы «Fe-C». Формирование равновесной структуры сталей».**

#### **Задание**

1. Зарисовать левую часть диаграммы состояния «Fe-Fe<sub>3</sub>C» (до 2,14%C).

Провести линию, соответствующую сплаву с заданным содержанием углерода (см. таблицу вариантов заданий) и обозначить критические точки фазовых превращений.

2. Справа от диаграммы состояния «Fe-Fe<sub>3</sub>C» построить термическую кривую охлаждения для заданного сплава, так, чтобы критические точки на диаграмме состояния и термической кривой охлаждения совпадали.

3. В каждой критической точке записать фазы, находящиеся в равновесии и посчитать число степеней свободы.

4. Определить состав фаз на верхней и нижней границе температурных интервалов фазовых превращений и заполнить таблицу 3. Сделать вывод об изменении состава фаз в каждом температурном интервале, указать причину таких изменений.

5. Для заданной температуры (табл.1) определить количество и состав фаз в сплаве.

6. Определить и зарисовать конечную структуру сплава.

7. Для стали с заданным содержанием углерода (табл.1). определить площадь, занятую перлитом на шлифе.

Таблица 1

Варианты заданий

№	%C	T <sup>0</sup> С	%C (для определения Sn)
1	0,2	750	0,2
2	0,95	740	0,55
3	0,35	600	0,35
4	0,8	727	0,4
5	0,6	1000	0,6
6	1	450	0,7
7	1,2	800	0,45
8	0,4	760	0,25

Задание выполняется индивидуально, по вариантам. Выбор нужного варианта осуществляется по первой букве фамилии (таблица 2).

Таблица 2

1 вариант	А – В		5 вариант	О – Р
2 вариант	Г – Е		6 вариант	С – У
3 вариант	Ж – К		7 вариант	Ф – Ч
4 вариант	Л – Н		8 вариант	Ш – Я

Таблица 3

№ критических точек	Температурные границы интервала фазового превращения		Фазовое превращение	Концентрация углерода в фазовых составляющих, %			Структурный состав	Причины изменения состава фаз при охлаждении.
	Верхняя	Нижняя		Наименование фазы	На верхней границе	На нижней границе		

Методические рекомендации к выполнению работы.

1. Для зарисовки левой части диаграммы состояния «Fe-Fe<sub>3</sub>C» и построения термической кривой охлаждения используйте пример построения термической кривой охлаждения для заэвтектоидного сплава – рисунок 1.

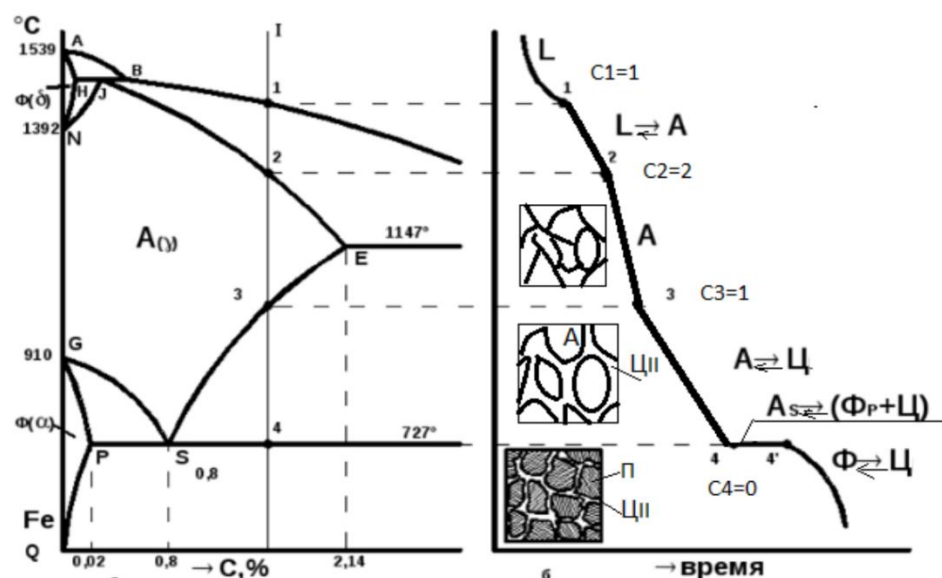


Рис. 1. Левая часть диаграммы состояния «Fe-Fe<sub>3</sub>C»

и термическая кривая охлаждения для заэвтектоидной стали

2. Расчет вариантности  $C$ , (числа степеней свободы) системы проводят по формуле, известной как правило фаз:  $C = K - F + 1$

3. Пример определения критических точек фазовых превращений и температурных интервалов фазовых превращений приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример определения температурных интервалов фазовых превращений

4. Значения температур и концентрации углерода в фиксированных критических точках диаграммы представлены в таблице 2

Таблица 2 – Фиксированные точки диаграммы состояния

Наименование точки	Температура, °C	Концентрация углерода, %
A	1539	0
H	1499	0,1
I	1499	0,16
B	1499	0,5
N	1392	0
D	1250	6,69
E	1147	2,14
C	1147	4,3
F	1147	6,69
G	911	0
P	727	0,02
S	727	0,8
K	727	6,69
Q	600	0,01
L	600	6,69

5. Химический состав фаз и количество фаз при заданной температуре определить с помощью правил коноды. Проекция начала и конца коноды на ось концентраций определяют состав фаз (см. рис.3), а величина отрезков на которые линия сплава делит коноду- определяют количество фаз. Для выполнения этого задания использовать диаграмму состояния, построенную в масштабе – рисунки 4-9.

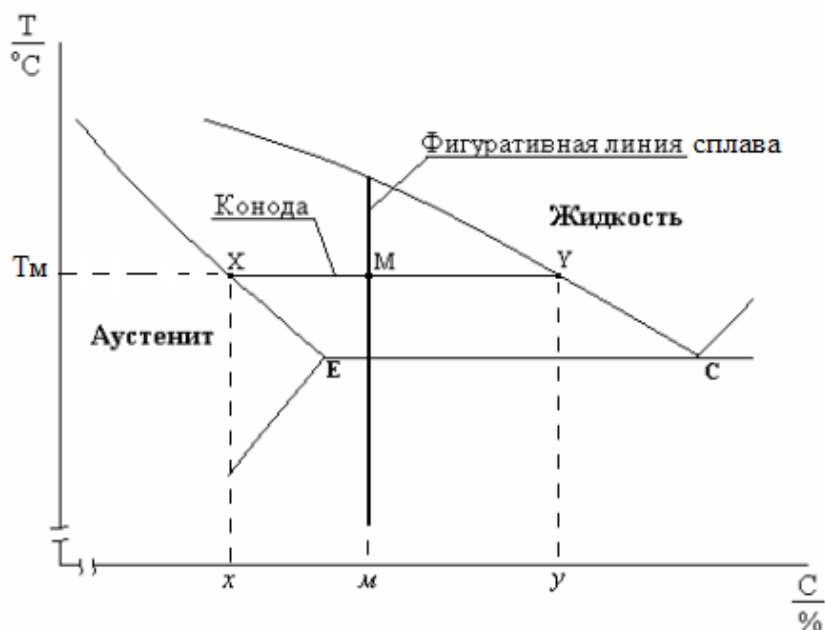


Рис. 3. К определению состава и количества фаз в сплаве при заданной температуре.

При заданной температуре  $T_m$  состав аустенита определяет проекция точки «х» на ось концентраций, а состав жидкой фазы проекция точки «у» на ось концентраций.

Количество аустенита в сплаве при заданной температуре  $T_m$ , то есть в конфигуративной точке «М», определяется по правилу отрезков:

$$\theta_A = \frac{MY}{XY} 100\%$$

Количество жидкой фазы в сплаве при заданной температуре  $T_m$ :

$$\theta_{ж} = \frac{XM}{XY} 100\%$$

6. Состав и количество фаз определять по масштабированной ДС, представленной фрагментами на рисунках 4-9.

#### **7.2.4. Задание к лабораторной работе «Выбор режима сфероидизирующего отжига»**

##### **Задание.**

1. Определить по справочнику критические точки для стали ШХ15.  
2. Обосновать выбор температур нагрева для различных режимов сфероидизирующего отжига с целью установления интервала отжигаемости для стали ШХ15. (см таб. 2)

Время изотермической выдержки принять одинаковым.

3. Скорость охлаждения после выдержки принять 100, 30 и 5<sup>0</sup>С/ час.  
4. Используя экспериментальные данные таблицы 2, построить график зависимости твердости от температуры нагрева.

5. Объяснить зависимость свойств стали от температуры нагрева и скорости охлаждения с точки зрения фазовых превращений.

6. Определить интервал отжигаемости по экспериментальным данным для стали ШХ15. Принять за оптимальное значение твердости 190-200НВ.

7. Выбрать скорость охлаждения для сфероидизирующего отжига ШХ15 и обосновать свой выбор.

8. Определить интервал отжигаемости по справочным данным, провести сравнительный анализ справочных и экспериментальных данных. Сделать вывод.

9. Ответить на контрольные вопросы своего варианта задания.

Выбор нужного варианта осуществляется по первой букве фамилии (табл.1).

№	Контрольные вопросы
1	1. Каково назначение сфероидизирующего отжига? 2. Каков механизм сфероидизации цементита?
2	1. Для каких сталей применяют сфероидизирующий отжиг? 2. Каким образом можно получить структуру зернистого квазиэвтектоида для доэвтектоидных сталей.
3	1. Какова разница в параметрах термической обработки на зернистый перлит для углеродистых и легированных сталей? 2. Объясните понятие интервала отжигаемости.
4	1. Какую термическую обработку проводят для заэвтектоидных сталей перед сфероидизирующим отжигом? 2. Почему не применяют отжиг на зернистый перлит при температурах ниже температур эвтектоидного превращения?
5	1. В чем сущность маятникового метода отжига? В каком случае он необходим? 2. Определите различие свойств зернистого и пластинчатого перлита.

Таблица 2

Твердость стали ШХ15 после различных режимов сфероидизирующего отжига

Т °С отжига →	720	740	760	800	840	880
Скорост ь охлаждения ↓						
100°/час	305НВ	238НВ	227НВ	216НВ	214НВ	232НВ
30°/час	305НВ	238НВ	210НВ	185НВ	190НВ	206НВ
10°/час	305НВ	238НВ	190НВ	174НВ	171НВ	183НВ

### 7.2.5. Типовые примеры тестовых заданий

#### Тема 1. «Фазовые превращения в твердом состоянии»

Задание 1. Какие причины могут вызвать фазовые превращения в твёрдом состоянии?

- А) полиморфные превращения в одном из компонентов;
- Б) изменение периода решетки при охлаждении сплава;
- В) изменение взаимного растворения компонентов в сплаве при охлаждении.

Задание 2. Может ли быть случай, когда один из компонентов сплава поменял тип кристаллической решетки, а сплав в целом фазовых превращений не испытал?

- А) да;
- Б) нет;
- В) да, если полиморфные превращения компонента не привели к изменению объема или степени взаимного растворения компонентов.

Задание 3. Что общего между эвтектическим и перитектическим превращениями?

- А) они протекают при постоянной температуре;

Б) в обоих случаях образуются гетерогенные структуры;

В) две фазы образуются одновременно.

Задание 4. Гомогенизационный отжиг устраняет:

А) перегрев от предшествующей термической обработки;

Б) последствия дендритной ликвации;

В) остаточные литейные напряжения.

Задание 5. При дорекристаллизационном отжиге происходит:

А) перекристаллизация;

Б) образование новых равновесных зерен;

В) изменение плотности и распределение дефектов в деформированном металле.

## **Тема 2. «Теория термической обработки»**

Задание 1. С увеличением времени отжига и степени деформации при обработке давлением, температура начала рекристаллизации:

А) понижается;

Б) повышается;

В) не изменяется.

Задание 2. Отжиг второго рода основан на использовании:

А) сдвиговых фазовых превращений;

Б) нормальных фазовых превращений;

В) рекристаллизационных процессов.

Задание 3. Действительное зерно получается в результате:

А) нагрева технологической пробы в стандартных условиях;

Б) кристаллизация;

В) операции термической обработки.

Задание 4. С увеличением степени переохлаждения аустенита межпластинное расстояние в перлите:

А) уменьшается;

Б) увеличивается;

В) не изменяется.

Задание 5. Бейнитное превращение основано на использовании:

А) сдвиговых фазовых превращений;

Б) нормальных фазовых превращений;

В) нормальных и сдвиговых фазовых превращений.

## **Тема 3. «Термической обработки конструкционных сталей»**

Задание 1. Изотермическому отжигу подвергают:

А) слитки;

Б) поковки больших размеров;

В) заготовки небольших размеров.

Задание 2. Доэвтектоидные углеродистые стали при полном отжиге нагревают до температуры:

А)  $t_{\text{отж}} = A_{C1} + (20 - 40)^\circ \text{C}$ ;

Б)  $t_{\text{отж}} = A_{C3} + (20 - 40)^\circ \text{C}$ ;

В)  $A_{C3} > t_{\text{отж}} > A_{C1}$ .

Задание 3. Заэвтектоидные углеродистые стали при сфероидизирующем отжиге нагревают до температуры:

А)  $t_{\text{отж}} = A_{C1} + (20 - 40)^\circ \text{C}$ ;

Б)  $t_{\text{отж}} = A_{\text{ст}} + (20 - 40)^\circ \text{C}$ ;

В)  $A_{C3} + (20 - 40)^\circ \text{C}$ .

Задание 4. Температура закалки доэвтектоидных углеродистых сталей:



- А)  $t_3 = A_{с3} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ;
- Б)  $t_3 = A_{с1} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ;
- В)  $A_{с1} < t_3 < A_{с3}$ .

Задание 5. Температура закалки заэвтектоидных углеродистых сталей:

- А)  $t_3 = A_{с\tau} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ;
- Б)  $t_3 = A_{с1} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ;
- В)  $t_3 = A_{с\tau} + (100 - 150)^\circ \text{C}$ .

#### **Тема 4. «Термической обработки инструментальных сталей»**

Задание 1. Интервал закалочных температур для стали У11А:

- А)  $A_{с\tau} + (30-50)^\circ \text{C}$ ,
- Б)  $A_{с1} + (30-50)^\circ \text{C}$ ,
- В)  $A_{с\tau} + (100-150)^\circ \text{C}$

Задание 2. Твердость мартенсита с увеличением содержания углерода в стали:

- А) увеличивается;
- Б) не изменяется;
- В) уменьшается.

Задание 3. Для закалки режущего инструмента из стали Р18 выбрана закалочная среда:

- А) минеральное масло,
- Б) 10-% водный раствор NaOH,
- В) вода.

Задание 4. Интервал закалочных температур для стали 50:

- А)  $A_{с1} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ,
- Б)  $A_{с3} + (30 - 50)^\circ \text{C}$ ,
- В)  $A_{с1} < t_3 < A_{с3}$ .

Задание 5. Сохраняются ли дефекты кристаллического строения аустенита в мартенсите после закалки стали?

- А) да;
- Б) нет;
- В) да, но только поверхностные дефекты.

#### **Тема 5. «Термической обработки чугунов »**

Задание 1. Элементы С, Si, Al при отжиге чугунов:

- А) затрудняют процесс графитизации;
- Б) способствует процессу графитизации;
- В) не оказывают заметного влияния на процесс графитизации.

Задание 2. Какой чугун получится после отжига белого чугуна?

- А) серый;
- Б) ковкий;
- В) высокопрочный.

Задание 3. Можно ли отжигом увеличить количество перлита в феррито-перлитном сером чугуне?

- А) да;
- Б) нет;
- В) да, но он уже не будет серым.

Задание 4. Можно ли перлитный серый чугун путем отжига превратить в ферритный?

- А) да;
- Б) нет;
- В) перлит превратится в феррит, но чугун серым уже не будет.

Задание 5. Можно ли отжигом превратить серый чугун в высокопрочный?

- А) да;
- Б) нет;

В) да, но с изменением структуры металлической основы.

#### **Тема 6. «Термомеханическая и химико-термическая обработка сталей»**

Задание 1. Почему ТМО не находит широкого применения при обработке деталей сложной формы?

- А) она используется только для инструментальных сталей;
- Б) она благоприятствует зарождению трещин у концентраторов напряжения;
- В) затруднена пластическая деформация деталей сложной формы.

Задание 2. Возможно ли проведение ТМО в малоуглеродистых сталях ( $C < 0,2\%$ )?

- А) нет, т.к. закалку на мартенсит после пластической деформации проводят только для средне- и высокоуглеродистых сталей;
- Б) возможно, но эффекта не будет;
- В) возможно, и широко используется ТМО для таких сталей.

Задание 3. Какую ТО вы выберете для деталей, работающих во влажном климате?

- А) поверхностная закалка;
- Б) цементация;
- В) хромирование.

Задание 4. Какой вид ХТО вы предпочтете для обработки направляющих ниток ткацких станков?

- А) цементацию;
- Б) азотирование;
- В) борирование.

Задание 5. Почему среднеуглеродистые стали не подвергают цементации?

- А) эффект упрочнения поверхности незначительный;
- Б) после цементации и закалки центральная часть детали не сохраняет вязкость;
- В) процесс цементации затруднен.

#### **7.2.6. Комплект заданий для практических работ.**

Задание выполняется индивидуально, по вариантам. Выбор нужного варианта осуществляется по первой букве фамилии (таблица 1.).

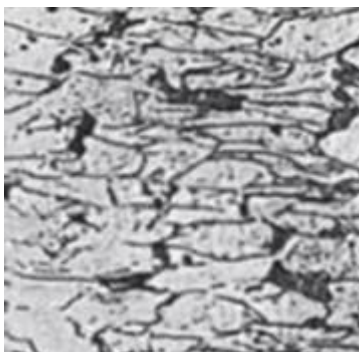
Таблица 1.

1 вариант	А – Е
2 вариант	Ж - М
3 вариант	Н - Т
4 вариант	У - Я

#### **Вариант 1.**

1. Стали 30 и 30ХН2МФА обработаны термически по режиму: закалка из аустенитной области + отпуск  $500^{\circ}\text{C}$ . Твердость и прочность стали 30 составляют 180НВ и 600МПа соответственно. Твердость и прочность стали 30ХН2МФА составляют 430НВ и 1230МПа соответственно. Объясните причины такого различия в механических свойствах через формирование структуры в процессе ТО.

2. Определить дефект микроструктуры и условия его образования. Назначить режим отжига, устраняющий данный дефект.



3. Как изменятся структура и свойства стали 40 и У12 в результате изменения температуры нагрева под закалку от 750 до 850°C. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку для каждой стали.

#### **Вариант 2.**

1. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 35-40 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и конечную структуру стали.

2. Определить дефект микроструктуры и условия его образования. Назначить режим отжига, устраняющий данный дефект.



3. Классифицируйте сталь Р6М5 по структуре в равновесном состоянии. Назначьте режим упрочняющей ТО для стали Р6М5. Объясните необходимость нагрева под закалку до температур выше 1200°C. Почему для сталей данного класса необходим многократный отпуск?

#### **Вариант 3.**

1. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в сталях превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

2. Определить дефект микроструктуры и условия его образования. Назначить режим отжига, устраняющий данный дефект.



3. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая - 45 HRC, вторая - 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

#### **Вариант 4.**

1. Определить дефект микроструктуры заэвтектоидной стали и условия его образования. Назначить режим отжига, устраняющий данный дефект. Объясните необходимость устранения данного дефекта перед закалкой.



2. Классифицируйте сталь 12Х18Н10Т по структуре в равновесном состоянии. Назначьте режим упрочняющей ТО для стали 12Х18Н10Т. Объясните, почему необходим нагрев после закалки до 700<sup>0</sup>С и почему такую обработку называют старением?

3. Метчики из стали У10 закалены: первый - от температуры 760°C, а другой - от температуры 830°C. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит выбранные температуры нагрева и объясните, какие из этих метчиков закалены правильно, имеют более высокие режущие свойства и почему.

Справочные материалы.

Таблица 2. Характеристики продуктов распада аустенита с содержанием углерода 0,8%

Структура	Твердость HRC	Температура превращения, °C
перлит	20-25	720-650
сорбит	25-30	650-600
троости	30-35	600-530
бейнит	35-50	530-Мн
мартенсит	60-63	Мн-Мк

#### Критерии оценки:

— Максимальное количество баллов выставляется студенту, если лабораторная и практическая работы оформлены в полном объеме, правильно; присутствует оригинальный развернутый вывод;

-75% от максимального количества баллов выставляются студенту, если

работы оформлены в полном объеме, но присутствуют незначительные ошибки и (или) вывод по работе не полный.

-50% от максимального количества баллов выставляются студенту, если

полнота и правильность оформления работ составляет менее 80%, вывод неверный или отсутствует.

-25% от максимального количества баллов выставляются студенту, если

полнота и правильность оформления работы составляет менее 60-70%, вывод отсутствует, и еще может быть уменьшена, если полнота и правильность оформления работ составляет менее 60%

#### Темы письменных работ

Письменные работы не предусмотрены

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

### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

№	Вопросы к экзамену
1.	Классификация видов термической обработки. Технологические параметры и факторы влияющие на них.
2.	Связь ТО с диаграммами состояния.
3.	Требования, предъявляемые к структуре сталей со стороны эксплуатационных свойств изделий. Роль термической обработки в цикле производства машиностроительной продукции.
4.	Виды превращений в твердом состоянии, их принципиальные различия.
5.	Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Классификация ЛЭ по взаимодействию с железом и углеродом
6.	Карбиды и интерметаллиды в легированных сталях.
7.	Классификация легированных сталей по структуре в расновесном и нормализованном состоянии.
8.	Превращения в сталях при нагреве до A1. Механизм сфероидизации карбидов.
9.	Превращения в сталях при нагреве выше A1. Кинетика процесса. Растворение карбидов и гомогенизация аустенита. Фазовый наклеп и рекристаллизация аустенита.
10.	Рост аустенитного зерна. Влияние различных факторов на рост аустенитного зерна. Перегрев и пережог стали.
11.	Методы выявления наследственного аустенитного зерна.
12.	Начальное, действительное и наследственное зерно в стали.
13.	Структурообразование сталей при охлаждении. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения.
14.	Влияние исходного состояния стали и легирующих элементов на кинетику распада аустенита.
15.	Превращения в до и заэвтектоидных сталях . Влияние степени переохлаждения на структуру сталей. Квазиэвтектоидные смеси.
16.	Аномальные структуры в сталях, условия их образования, способы предотвращения.
17.	Проявление структурной наследственности при термической обработке сталей
18.	Построение и анализ диаграмм распада переохлажденного аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении
19.	Бездиффузионные превращения. Механизм превращения аустенита в мартенсит, особенности. Кинетика мартенситного превращения: атермическое, взрывное и изотермическое превращения
20.	Механизм упрочнения мартенсита. Природа высокой прочности мартенсита
21.	Кристаллогеометрия превращения аустенита в мартенсит Инвариантность габитусной плоскости мартенсита...
22.	Возникновение остаточных напряжений и деформаций при закалке на мартенсит
23.	Влияние температуры и пластической деформации на мартенситное превращение. Мартенсит напряжения и мартенсит деформации
24.	Морфологические типы мартенситных структур в сплавах на основе железа
25.	Микроструктура и свойства сплавов, закаленных на мартенсит
26.	Обратимость мартенситного превращения. Термоупругое равновесие исходной и мартенситной фаз. Сверхупругость и эффект памяти формы
27.	Влияние внешних воздействий на мартенситное превращение. Мартенсит напряжения и мартенсит деформации.

28.	Влияние различных факторов на закаливаемость и прокаливаемость сталей
29.	Превращение остаточного аустенита в закаленных сталях. Обработка холодом закаленных сталей
30.	Бейнитное превращение. Особенности, влияние легирующих элементов на бейнитное превращение. Свойства бейнитных структур.
31.	Структурные превращения при отпуске углеродистых сталей. Изменение свойств при отпуске сталей
32.	Особенности превращений в сталях при отпуске под напряжением
33.	Особенности процессов отпуска в легированных сталях. Карбидообразование при отпуске легированных сталей. Рекристаллизация феррита.
34.	Обратимая и необратимая отпускная хрупкость, условия проявления и меры ее предупреждения
35.	Превращения при нагреве в сталях с бейнитной структурой.
36.	Отжиги первого рода: гомогенизирующий, для снятия напряжений. Технологические параметры, назначение.
37.	Рекристаллизационный и дорекристаллизационный отжиги. Изменение структуры и свойств деформированных сплавов при рекристаллизационном отжиге.
38.	Выбор режима рекристаллизационного отжига
39.	Отжиги второго рода: полный, неполный, нормализация, изотермический, сфероидизирующий.
40.	Патентирование, отжиг для предупреждения флокенообразования. Классификация сталей по склонности к флокенообразованию.
41.	Влияние легирующих элементов на технологические параметры закалки сталей.. Виды и способы закалки (способы объемной закалки, обработка холодом, поверхностная, бездеформационная и т.п.) , особенности, области применения.
42.	Расчет критической скорости закалки. Этапы охлаждения. Выбор охлаждающей среды.
43.	Виды отпуска и их назначение. Многокрантный отпуск. Дисперсионное твердение мартенсита. Вторичная закалка.
44.	Старение. Общие закономерности процесса распада пересыщенных твердых растворов.
45.	Упрочняющие фазы (интерметаллиды) в алюминиевых сплавах.
46.	Легирование и термическая обработка конструкционных сталей
47.	Легирование и термическая обработка инструментальных сталей (штамповых, быстрорежущих).
48.	Легирование и термическая обработка коррозионно-стойких сталей
49.	Легирование и термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов
50.	Легирования и термическая обработка высокопрочных сталей
51.	Графитизирующая и упрочняющая термические обработки графитсодержащих чугунов.
52.	Основные виды ТМО и их назначение
53.	Формирование структуры сплавов в условиях повышенной плотности дефектов кристаллического строения
54.	ХТО. Виды, сущность, классификация.
55.	Основные этапы ХТО. Цементация. Влияние параметров ХТО на глубину диффузионного слоя.
56.	Структура диффузионного слоя. Способы цементации, преимущества и недостатки.
57.	Режимы ТО после цементации, назначение, преимущества и недостатки.
58.	Азотирование, низкотемпературное и высокотемпературное. Формирование

	структуры диффузионного слоя при азотировании. Преимущества и недостатки
59.	Диффузионная металлизация. Виды, способы насыщения, преимущества и недостатки.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	экзамен	«отлично»	Если итоговый рейтинг составляет 85 - 100 баллов
		«хорошо»	Если итоговый рейтинг составляет 70 - 84 балла
		«удовлетворительно»	Если итоговый рейтинг составляет 55 - 69 баллов
		«неудовлетворительно»	Если итоговый рейтинг составляет 0 - 54 балла



## 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	Солнцев Ю.П. [и др.]; под ред. Ю.П. Солнцева	Материаловедение: учебник для ВУЗов/Ю.П.Солнцев,Е.И.Пряхин-7-е изд.стер.-Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ,2024-783с. [Электронный ресурс]	Учебник	2024	ЭБС "IPRbooks"
2	Земсков Ю.П.	Материаловедение: учебное пособие/Ю.П.Земсков-Изд.2-е,стер.-Санкт-Петербург: Лань,2024-188с.[Электронный ресурс]	Учебное пособие	2024	ЭБС «Лань»
3	Фетисов Г.П.	Материаловедение и технология материалов: учебник/Г.П.Фетисов, Ф.А. Гарифулин.- Москва: ИНФРА-М, 2023.-397с.	Учебник	2023	ЭБС "ZNANIUM.COM"

### 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	О.А. Масанский	Материаловедение и технологии конструкционных материалов [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
2	В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова	Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]	Учебное пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM. COM"
3	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
4	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

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «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>

### 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	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 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.

№ 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
2	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
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.