

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

Б1.В.ВД.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Фазовые превращения в металлах в твердом состоянии
(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	Зач.	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,75	4,75
Самостоятельная работа	100	100
Контроль	3,75	3,75
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

профессор, д.т.н. Клевцов Г.В.

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

(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 «_01_» сентября 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры СОМДиРП

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать теоретические представления о механизмах структурообразования в металлических материалах и на их основе научить анализировать фазовые превращения и структуры металлов и сплавов при различных процессах: кристаллизации, полиморфных превращениях, деформации, отжиге, старении и других процессах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: физика, химия, материаловедение, теория и технология термической обработки

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: физика прочности и пластичности, термическая обработка сталей, электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов, наноструктурные материалы и технологии, физика и химия наноструктурированных материалов, материалы и специальные покрытия, защитные покрытия, технологические основы создания наноматериалов, материаловедение перспективных материалов, производственная практика (НИР), производственная практика (преддипломная практика).

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2. Способен использовать на практике современные представления о влиянии макро, микро- и наноструктуры на свойства материалов, их технологическую и физическую прочность, особенности взаимодействия с окружающей средой, энергетическими полями и излучением	<i>ПК-2.2. Способен оценить влияние фазовых превращений в металлах в твердом состоянии на их свойства</i>	Знать: современные представления о влиянии фазовых превращений в металлах в твердом состоянии на их свойства
		Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии фазовых превращений в металлах в твердом состоянии на их свойства
		Владеть: способностью оценить влияние фазовых превращений в металлах в твердом состоянии на их свойства

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Фазовые превращения в металлах в твердом состоянии	Лек. 1	Тема 1. Кинетика и механизмы фазовых превращений в твердом состоянии как основы термической обработки металлов и сплавов.	7	1	-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Термодинамика процессов, кинетики и механизмов превращения в твердом состоянии. Полиморфные превращения в металлах и сплавах. Диаграмм с частичным распадом твердого раствора при понижении температуры		30	-	-	
	Лек. 2	Тема 2. Фазовые превращения в твердом состоянии в сплавах «железо-углерод» при нагреве и охлаждении	7	1	-	-	
	Ср.	Структурообразование в стали при нагреве и охлаждении. Анализ диаграммы состояния Fe-C, фазового состава и объемного соотношения фаз. Влияние температуры нагрева и скорости охлаждения на фазовые превращения в углеродистых сталях		30	-	-	
Модуль 2. Фазовые превращения при термической обработке	Лек. 3	Тема 3. Фазовые превращения в твердом состоянии в сплавах при отжигах, нормализации, закалки, отпуске и старении	7	2	-	-	Отчет по Ср
	Ср.	Фазовые превращения в твердом состоянии в сплавах при отжигах и нормализации. Структурообразование и свойства при закалки, старении и отпуске.		40	-	-	
Промежуточная аттестация	ПА		7	0,25	-	-	
Контроль	К		7	3,75		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала.

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий.

Интерактивные технологии – предлагают диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Учебная деятельность студента в процессе изучения дисциплины состоит из контактной формы работы с преподавателем в аудитории и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение лекций и самостоятельная работа с литературой.

Каждая самостоятельная работа завершается выполнением теста, который позволяет студенту оценить уровень овладения изучаемой темой. По окончании изучения дисциплины проводится тестирование в компьютерном классе.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине 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
7	ПК-2. Способен использовать на практике современные представления о влиянии макро, микро- и нано-структуры на свойства материалов, их технологическую и физическую прочность, особенности взаимодействия с окружающей средой, энергетическими полями и излучением	<i>Темы тестовых заданий № 1-6. Вопросы к экзамену № 1-20.</i>

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

7.2.1 Тесты

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

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

Задание 4. Температура закалки доэвтектоидных углеродистых сталей:

- А) $t_3 = A_{C3} + (30 - 50)^\circ\text{C}$;
- Б) $t_3 = A_{C1} + (30 - 50)^\circ\text{C}$;
- В) $A_{C1} < t_3 < A_{C3}$.

Задание 5. Температура закалки заэвтектоидных углеродистых сталей:

- А) $t_3 = A_{ст} + (30 - 50)^\circ\text{C}$;
- Б) $t_3 = A_{C1} + (30 - 50)^\circ\text{C}$;
- В) $t_3 = A_{ст} + (100 - 150)^\circ\text{C}$.

Тема 4. «Термической обработки инструментальных сталей»

Задание 1. Интервал закалочных температур для стали У11А:

- А) $A_{ст} + (30 - 50)^\circ\text{C}$,
- Б) $A_{C1} + (30 - 50)^\circ\text{C}$,
- В) $A_{ст} + (100 - 150)^\circ\text{C}$

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) $A_{C1} + (30 - 50)^\circ\text{C}$,
- Б) $A_{C3} + (30 - 50)^\circ\text{C}$,
- В) $A_{C1} < t_3 < A_{C3}$.

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 C, 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 чугуна?

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.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется, если студент ответит правильно не менее чем на 40 % вопросов;

- оценка «не зачтено» выставляется, если студент ответит правильно менее чем на 40 % вопросов.

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

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Механизмы фазовых превращений в твердом состоянии. Кинетика и механизмы.
2.	Диаграммы состояния сплавов с частичным распадом твердого раствора.
3.	Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения.
4.	Диаграмма состояния Fe-C. Компоненты и фазы в системе Fe-C. Фазовые превращения в твердом состоянии в сплавах «железо-углерод».
5.	Фазовые превращения в твердом состоянии как основа термической обработки металлов и сплавов
6.	Классификация и краткая характеристика основных видов термической обработки металлов и сплавов.
7.	Разновидности отжига 1-го рода. Фазовые превращения при отжиге 1-го рода.
8.	Отжиг 2-го рода. Цель и режимы отжигов. Фазовые превращения при отжиге 2-го рода.
9.	Фазовые превращения при закалке без полиморфного превращения. Фазовые превращения при нагреве и охлаждении.
10.	Старение. Фазовые превращения при искусственном старении сплавов.
11.	Фазовые превращения при естественном старении сплавов
12.	Закалка с полиморфными превращениями. Фазовые превращения в твердом состоянии при нагреве сталей под закалку.
13.	Фазовые превращения при охлаждении стали. Особенности мартенситного превращения в сталях.
14.	Кинетика и механизм мартенситных превращений.
15.	Микроструктура и свойства пластинчатого и пакетного мартенсита.
16.	Фазовые превращения при отпуске стали. Цели и виды отпуска. Изменение структуры и свойств при отпуске стали.
17.	Термомеханическая обработка (ТМО). НТМО, ВТМО и ПТМО. Фазовые превращения и формирование структуры и свойств при ТМО.
18.	Химико-термическая обработка (ХТО). Виды ХТО. Фазовые превращения при ХТО. Механизм образования и строение упрочненного слоя.
19.	Виды термической обработки и фазовые превращения в чугунах
20.	Виды термической обработки и фазовые превращения в цветных сплавах.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (в тестовой форме)	«зачтено»	Отвечено на 70 и более % вопросов правильно
		«не зачтено»	Отвечено на менее 70 % вопросов правильно

Процедура оценивания

Оценка выставляется по сумме баллов, набранных студентом при тестировании и баллов за отчеты по самостоятельной работе.

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	Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко	Материаловедение: учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 381 с	Электронный учебник	2024	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	А. А. Черепяхин, И. И. Колтунов, В. А. Кузнецов	Черепяхин, А.А., Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, И.И. Колтунов, В. А. Кузнецов. — Москва: КноРус, 2020. — 237 с. — ISBN 978-5-406-07399-5.	Электронный учебник	2020	URL: https://book.ru/book/932568

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] Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 268	Учебное пособие	2015	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		с. : ил. - ISBN 978-5-7638-3322-5.			
2	Ф. А. Гарифуллин, Р. Ш. Аюпов, В. В. Жиляков	Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]; Казань: КНИТУ, 2013. - 246 с. : ил. - ISBN 978-5-7882- 1441-2.	Учебное пособие	2013	ЭБС "IPRbooks"

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	Стол� 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	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-203	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-105	Стол ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Стол-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.