

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и ме-  
таллургии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01 «ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МА-  
ТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отрас-  
лям)

Профиль программы «Машиностроение и материалобработка (Инжи-  
нирлинг обеспечения качества машиностроения)»

Автор(ы): д-р техн. наук, профессор, за- Б.Н. Гузанов  
ведующий кафедрой  
канд. физ.-мат. наук, доцент, В.В. Бухаленков  
доцент

Одобрена на заседании кафедры инжиниринга и профессионального обучения в маши-  
ностроении и металлургии. Протокол от «20» января 2022 г. №5.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методиче-  
ской комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «26» января 2022 г. №6.

Екатеринбург  
2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Технология конструкционных материалов и материаловедение»: формирование у студентов системы знаний о традиционных и новых технологических процессах получения металлических и неметаллических материалов, а также технологиях получения машиностроительных заготовок.

Задачи:

- обучение физико-химическим основам и технологии процессов производства конструкционных материалов машиностроения, их наиболее характерным свойствам и классификации;
- овладение основными методами получения заготовок и изделий из конструкционных материалов;
- формирование навыков по выбору вида заготовки или полуфабриката, рационального способа их получения, исходя из формы конечного изделия, его назначения и условий эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технология конструкционных материалов и материаловедение» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Физика.
2. Прикладная математика и математическая логика.
3. Ознакомительная практика.
4. Нормирование точности и технические измерения.
5. Химия металлов.
6. Эксплуатационная практика.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Теоретическая механика и сопротивление материалов.
2. Детали машин.
3. Технологии и оборудование машиностроения.
4. Управление качеством.
5. Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении.
6. Технический контроль в машиностроении.
7. Научно-исследовательская работа.



### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- ПКО-1 Способен реализовывать программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам;
- ПКС-1 Способен к разработке и реализации технологических процессов обработки деталей машин и механизмов;
- ПКС-2 Способен к разработке и реализации процессов контроля качества деталей машин и механизмов.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основные виды машиностроительных материалов;
32. Принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов;
33. Сущность процессов и физико-химических явлений, лежащих в основе производства конструкционных материалов;
34. Сущность и технологические возможности методов формообразования заготовок различными методами;
35. Принципы получения неразъемных соединений методами пайки и сварки.

Уметь:

- У1. Выбирать технологические схемы получения и формообразования заготовок для изготовления изделий и деталей машин с требуемыми свойствами;
- У2. Выбирать материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности;
- У3. Применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности.

Владеть:

- В1. Принципами выбора методов и технологий получения металлических и неметаллических материалов;
- В2. Принципами выбора методов и технологий получения заготовок для деталей машин и механизмов.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### *4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы*

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 час.), семестры изучения – 4, 5, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.



Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	4, 5 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216
Контактная работа, в том числе:	96
Лекции	48
Практические занятия	48
Самостоятельная работа студента	120
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Зачет с оценкой	4 сем.
Экзамен	5 сем.

*\*Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

#### 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
<b>1. Часть I – Технология конструкционных материалов</b>						
Введение. Классификация материалов машиностроения	4	6	2		-	4
2. Основы металлургического производства чугуна и стали	4	18	4	4	-	10
3. Производство цветных металлов (меди, алюминия, титана)	4	14	4	4	-	6
4. Основы литейного производства	4	12	4	4	-	10
5. Основы обработки металлов давлением	4	18	4	4	-	8
6. Основы сварочного производства	4	16	4	4	-	6



7. Основные виды размерной обработки	4	12	4	2	-	8
8. Основы технологии производства заготовок и деталей машин из неметаллических материалов	4	10	2	2	-	6
<b>9. Часть II – Материаловедение</b>						
Атомно-кристаллическое строение и микроструктура металлов	5	12	2	4	-	6
10. Деформация и разрушение металлов	5	8	2	-	-	8
11. Механические свойства металлов	5	14	2	4	-	6
12. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла	5	8	2	-	-	8
13. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации	5	8	2	-	-	6
14. Фазы в сплавах и диаграммы фазового равновесия двойных сплавов	5	14	2	4	-	8
15. Диаграмма состояния системы сплавов железо-углерод	5	16	2	4	-	8
16. Элементы теории термической обработки металлов и сплавов	5	16	4	4	-	8
17. Классификация и маркировка железо-углеродистых и металлокерамических твёрдых сплавов	5	12	4	4	-	6

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Часть I – Технология конструкционных материалов**

##### **Введение. Классификация материалов машиностроения**

Уровни рассмотрения физико-химической структуры веществ: макро- и микроструктурный, субструктурный и атомно-кристаллический, молекулярный, атомный и ядерный. Деление материалов машиностроения на неорганические и органические, металлические, неметаллические и композиционные.

#### **Раздел 2. Основы металлургического производства чугуна и стали**

##### **2.1. Исходные материалы для производства чугуна.**

Понятия о рудах различных металлов. Принципы получения металла из руд восстановлением, электролизом и металлотермией. Флюсы, топливо, огнеупорные материалы в металлургическом производстве.

##### **2.2. Подготовка железных руд к плавке.**



Понятие об обогащении руд. Физические принципы, лежащие в основе процессов обогащения (магнитная сепарация, разделение по плотности, флотация). Подготовка и обогащение железных руд: дробление, размол, магнитная сепарация, окускование (агломерация или окатывание).

2.3. Устройство доменной печи. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи.

Устройство доменной печи. Физико-химические процессы, протекающие в доменной печи: горение топлива, восстановление железа и сопутствующих элементов, науглероживание твёрдого железа и расплавление, шлакообразование, реакции очистки металлического расплава от фосфора и серы.

2.4. Продукты доменной плавки. Техничко-экономические показатели работы доменной печи.

Продукты доменного производства: передельный чугун, литейные чугуны, ферросплавы, доменные шлак и газы. Техничко-экономические показатели производства чугуна. Мероприятия по оценке и увеличению производительности доменной печи.

2.5. Производство стали. Основные физико-химические процессы при получении стали.

Исходные материалы для производства стали. Основные физико-химические процессы при получении стали.

2.6. Современные способы производства стали

Кислородно-конверторный способ производства стали, производство стали в электродуговых и индукционных электропечах, производство стали из металлизированных окатышей.

2.7. Способы разливки стали

Традиционные способы разливки стали в изложницы: разливка сверху и сифонная. Непрерывной разливки стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Принципы устройства вертикальной и радиальной МНЛЗ

2.8. Кристаллизация и строение стального слитка.

Строение стального слитка. Сравнительная оценка способов разливки стали и качества получаемых слитков.

2.9. Деление сталей по качеству. Способы повышения качества стали.

Вредные примеси в стали и их влияние на свойства стали. Деление сталей по качеству. Разливка стали в инертной атмосфере. Обработка расплава синтетическим шлаком. Вакуумная дегазация расплава. Переплавы: электрошлаковый, вакуумно-дуговой, электронно-лучевой и плазменно-дуговой.

### **Раздел 3. Производство цветных металлов (меди, алюминия, титана)**

3.1. Производство меди.

Распространенные медные руды, необходимые флюсы и огнеупорные материалы. Физико-химические процессы плавки на штейн и получения черновой меди. Способы рафинирования меди: огневое и электролитическое.

3.2. Производство алюминия.



Распространенные алюминиевые руды. Получение глинозёма. Получение криолита. Электролитическое получение алюминия-сырца. Рафинирование алюминия. Способы разлива алюминия.

### 3.3. Производство титана.

Титановая руда. Обогащение руды. Магниетермический способ получения титана: выплавка титанового шлака, получение четырёххлористого титана, восстановление титана магнием, вакуумно-дуговой переплав титановой губки и вторичный переплав слитков титана.

### 3.4. Основные сведения о сплавах меди, алюминия, титана.

## Раздел 4. Основы литейного производства

4.1 Общие сведения о литейном производстве. Современное состояние и значение литейного производства в машиностроении. Классификация способов изготовления отливок. Общая технологическая схема изготовления отливок. Литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, линейная и объемная усадка, газопоглощение, склонность к ликвации. Дефекты в отливках и способы их устранения.

4.2. Изготовление отливок в песчано-глинистых формах. Литейная технологическая оснастка. Формовочные и стержневые смеси, их состав и свойства. Ручная формовка: в двух опоках, безопочная, в кессонах. Заливка форм. Выбивка и очистка отливок.

4.3. Специальные способы литья: по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в металлические формы, под давлением, по газифицируемым моделям, центробежное, полунепрерывное, выжиманием, вакуумным всасыванием, намораживанием.

## Раздел 5. Основы обработки металлов давлением

### 5.1. Общие сведения об обработке металлов давлением (ОМД).

Классификация видов ОМД. Значение ОМД для получения заготовок в машиностроении и перспективы их развития.

Влияние ОМД на структуру и свойства металлов. Подготовительные операции перед пластическим деформированием: резка металла на заготовки и нагрев заготовок перед ОМД.

### 5.2. Прокатное производство.

Сущность процесса прокатки, способы прокатки, инструмент и оборудование прокатки. Технология производства основных видов проката. Продукция прокатного производства.

### 5.3. Свободная ковка.

Сущность процесса ковки. Основные операции ковки. Инструмент, оборудование для ковки. Технология процесса.

### 5.3. Штамповочное производство.

Горячая объемная штамповка. Сущность процесса горячей объемной штамповки, инструмент, применяемые заготовки. Штамповка в открытых и закрытых



штампах. Оборудование для штамповки: молоты, кривошипные горячештамповочные прессы, горизонтально-ковочные машины.

Холодная объемная штамповка. Схема и сущность холодного вдавливания и высадки, инструмент.

Листовая штамповка. Схема и сущность процесса, инструмент. Операции холодной листовой штамповки. Характерные дефекты штамповок.

#### 5.4. Производство машиностроительных профилей

Методы производства машиностроительных профилей: прессование, волочение, производство гнутых профилей.

#### 5.5. Специальные виды ОМД.

Штамповка на ковочных вальцах. Обработка на ротационно-обжимных и радиально-обжимных машинах. Раскатка кольцевых заготовок. Накатка зубчатых колес, звездочек и винтов. Новые виды штамповки.

## **Раздел 6. Основы сварочного производства**

Физическая сущность процесса сварки.

Способы активации процессов сварки. Виды сварных швов, Подготовка свариваемых поверхностей. Свариваемость однородных и разнородных материалов.

#### 6.2. Термический класс сварки.

Ручная дуговая сварка покрытым электродом, автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом, сварка в атмосфере защитных газов. Сварочные материалы и электроды.

Электродуговая сварка. Специальные способы сварки: электронным лучом в вакууме, плазменной струей, лазерная.

#### 6.3. Термомеханический класс сварки.

Электрическая контактная сварка: стыковая, сопротивлением и оплавлением, точечная, шовная и рельефная. Сварка аккумулированной энергией. Сущность и схема процесса конденсаторной сварки. Диффузионная сварка в вакууме. Особенности подготовки свариваемых поверхностей.

6.4. Механический класс сварки. Холодная сварка, сварка ультразвуком, сварка взрывом, сварка трением. Нанесение износостойких и жаростойких покрытий со специальными свойствами.

6.5. Пайка металлов и сплавов. Типы и характеристика паяных соединений. Способы пайки. Пайка твердыми и мягкими припоями.

## **Раздел 7. Основные виды размерной обработки**

#### 7.1. Общие сведения и характеристики процессов резания.

Движения в процессе резания. Формообразование поверхностей. Конструктивные и геометрические элементы режущих инструментов.

#### 7.2. Материалы для режущих инструментов.





Общие требования, предъявляемые к материалам для режущих инструментов. Материалы для режущих инструментов: углеродистые и легированные стали, твёрдые металлокерамические сплавы, абразивные материалы.

### 7.3. Металлорежущие станки.

Классификация металлорежущих станков. Движения органов станков и форма поверхностей изготавливаемых деталей.

Характеристика метода точения. Типы станков токарной группы.

Характеристика метода сверления. Типы сверлильных станков.

Характеристика метода строгания. Типы строгальных станков.

Характеристика метода протягивания. Типы протяжных станков.

Характеристика метода фрезерования. Типы фрез и фрезерных станков.

Характеристика метода шлифования. Виды схем шлифования и типы шлифовальных станков.

## **Раздел 8. Основы технологии производства заготовок и деталей машин из неметаллических материалов**

8.1. Роль и значение неметаллических конструкционных материалов в машиностроении.

### 8.2. Пластмассы.

Состав и свойства пластмасс. Классификация и свойства пластмасс. Технологии переработки пластмасс в изделия. Перспективы применения пластмасс в машиностроении.

### 8.3. Металлокерамические материалы.

Технология изготовления изделий методом порошковой металлургии. Материалы и изделия порошковой металлургии: антифрикционные и фрикционные материалы, твёрдые сплавы, фильтры.

### 8.4. Композиционные материалы.

Матрицы и наполнители в композиционных материалах. Металлические, полимерные, углеродные композиты, их свойства и применение. Технологии получения изделий из композиционных материалов.

## **Раздел 9. Часть II – Материаловедение**

### **Атомно-кристаллическое строение и микроструктура металлов**

Общие представления об уровнях рассмотрения физико-химической структуры веществ: макро- и микроструктурный, субструктурный и атомно-кристаллический, молекулярный, атомный и ядерный.

#### 9.1. Способы описания атомно-кристаллической структуры металлов.

Основные понятия атомно-кристаллического строения: симметрия и её виды, дальний порядок, кристаллическая решетка, элементарная ячейка, типы кристаллических решеток (сингонии).



Кристаллическая структура. Способы описания кристаллических структур: элементарные ячейки, векторы трансляции, обозначения атомных плоскостей и направлений в кристаллах (индексы Миллера), характеристики компактности. Типы кристаллических структур, распространенные кристаллические структуры металлов.

Трансляционный и послойный способы построения кристалла.

9.2. Дефекты атомно-кристаллической структуры металлов и сплавов.

Реальное строение металлических кристаллов. Классификация дефектов кристаллической структуры по мерности: нульмерные (точечные), одномерные (линейные), двумерные (плоскостные), трехмерные (объемные).

Точечные дефекты: вакансии, межузельные атомы, примесные атомы. Перемещение точечных дефектов в кристаллической структуре.

Линейные дефекты – дислокации. Краевая, винтовая и смешанная дислокации. Перемещение дислокаций, упругое взаимодействие дислокаций. Источники происхождения дислокаций. Роль дислокаций в процессах сдвиговой деформации кристаллов.

Плоские дефекты кристаллической структуры: дефекты упаковки, границы двойников, границы зёрен и субзёрен. Монокристаллы и поликристаллы металлов.

Диффузия в кристаллических телах. Основные понятия, Законы Фика. Коэффициент диффузии. Роль дефектов кристаллического строения в процессах диффузии. Механизмы диффузии.

9.3. Методы изучения и описания микроструктуры металлов и сплавов.

Понятие микроструктуры. Методы исследования микроструктуры. Оптическая микроскопия. Увеличение изображения и разрешающая способность светового микроскопа. Реконструкция трёхмерного строения по двумерному изображению микроструктуры. Методы количественной металлографии, цифровая микроскопия.

## **Раздел 10. Деформация и разрушение металлов**

10.1. Деформация твёрдых тел.

Виды деформации. Основные виды пластической деформации: сдвиг и удлинение. Дислокационный механизм сдвиговой деформации. Пластическая деформация двойникованием.

10.2. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Деформационные способы упрочнения металлов и сплавов. Наклеп.

10.3. Разрушение твёрдых тел. Хрупкое и вязкое разрушение. Трещина как инструмент разрушения.

## **Раздел 11. Механические свойства металлов**

11.1. Понятие механических свойств.



Механические свойства как реакция твёрдых тел на внешнее силовое воздействие. Понятие механического напряжения. Нормальные и касательные напряжения.

#### 11.2. Механические испытания металлов.

Механические испытания металлов с целью определения различных количественных характеристик механических свойств. Пространственные схемы и временные характеристики приложения внешних сил нагружения при механических испытаниях.

#### 11.3. Испытания на статическое растяжение.

Схема нагружения и форма образцов. Испытательные разрывные машины для одноосного статического растяжения (сжатия) Диаграмма растяжения (сжатия). Стандартные характеристики пластичности (относительное удлинение и относительное сужение) и прочности (пределы текучести, упругости, прочности и др.), определяемые при одноосном статическом растяжении (сжатии).

#### 11.4. Испытания на ударный изгиб.

Схема нагружения и форма образцов. Оборудование для испытания на ударный изгиб и определение ударной вязкости.

#### 11.5. Усталостные испытания.

Усталостное разрушение. Испытания по схеме циклического изгиба (усталостные) и определение предела выносливости.

## **Раздел 12. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла**

### 12.1. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированных металлов.

Возврат, полигонизация, рекристаллизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Факторы, влияющие на размер зерна при рекристаллизации.

12.2. Динамическая рекристаллизация. Горячая и холодная пластическая деформация. Роль динамической рекристаллизации в процессах обработки металлов давлением.

## **Раздел 13. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации**

### 13.1. Основные понятия термодинамики фазовых превращений.

Термодинамическая система. Компонент. Фаза. Фазы в однокомпонентной системе (чистом веществе). Критерий стабильности фаз. Свободная энергия. Термодинамическое равновесие. Правило фаз Гиббса. Энергетические условия фазовых превращений.

### 13.2. Кристаллизация чистых веществ.



Механизм процесса кристаллизации: образование зародышей и рост центров кристаллизации. Критический размер зародыша, его зависимость от степени переохлаждения при гомогенном зарождении. Механизм роста центров кристаллизации.

Кинетика процесса кристаллизации. Скорости образования и роста центров кристаллизации, их зависимость от степени переохлаждения. Размер зерна поликристалла в зависимости от соотношения скоростей образования центров кристаллизации и роста кристаллов. Гетерогенное зарождение. Модификаторы первого и второго рода. Дендритный рост металлических кристаллов.

Строение металлического слитка. Дефекты слитка: ликвация, усадочная раковина и усадочная пористость.

Фазовые превращения в твердом агрегатном состоянии – перекристаллизация. Полиморфизм металлов и полиморфные превращения. Механизм и особенности кинетики фазовой перекристаллизации. Рекристаллизация.

## **Раздел 14. Фазы в сплавах и диаграммы фазового равновесия двойных сплавов**

### 14.1. Фазы в сплавах.

Многокомпонентные системы. Металлические сплавы. Возможные варианты парного взаимодействия атомов компонентов в двухкомпонентных (двойных, бинарных) сплавах. Фазы в сплавах: кристаллы чистых компонентов, твердые растворы замещения, внедрения и вычитания, фазы внедрения, химические соединения.

### 14.2. Диаграммы фазового равновесия двойных сплавов.

Методы описания зависимости фазового состава сплавов от температуры и химического состава. Диаграммы фазового равновесия (ДФР) двойных (бинарных, двухкомпонентных) сплавов. Способы выражения химического состава сплавов. Точки, линии и области ДФР.

Типы ДФР в зависимости от характера парного взаимодействия компонентов в твердом состоянии: ДФР для бинарных сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии, ДФР сплавов с отсутствием растворимости в твердом состоянии, ДФР сплавов для случаев ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии с эвтектическим превращением и с перитектическим превращением, ДФР для сплавов, компоненты которых образуют химическое соединение, ДФР для сплавов, компоненты которых являются полиморфными металлами.

Разбор последовательности фазовых превращений в двойных сплавах по ДФР. Правило отрезков (правило рычага). Правило фаз Гиббса. Нонвариантные равновесия в бинарных сплавах.

Соотнесение понятий «фазовый состав» и «микроструктура» сплава при разборе процессов фазовых превращений с применением ДФР. Связь между типом ДФР и характером изменения свойств сплавов данной системы с концентрацией. Правило Курнакова.



## **Раздел 15. Диаграмма состояния системы сплавов железо-углерод**

### 15.1. Диаграмма фазового равновесия сплавов «железо - цементит».

Компоненты и фазы в системе Fe – C. Метастабильная диаграмма Fe – Fe<sub>3</sub>C (железо - цементит). Фазовые превращения в сплавах Fe – Fe<sub>3</sub>C. Нонвариантные равновесия. Структурные составляющие и микроструктуры в сплавах Fe – Fe<sub>3</sub>C.

15.2. Названия, характеристики структурных составляющих и деление сплавов на структурные классы – стали и чугуны, доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны. Обобщенные характеристики свойств и назначения сплавов Fe – Fe<sub>3</sub>C различных классов.

15.3. Общие представления о стабильной диаграмме Fe – СГ (железо - графит).

## **Раздел 16. Элементы теории термической обработки металлов и сплавов**

### 16.1. Основные виды термической обработки.

Основные сведения из теории термической обработки стали. Основные виды термической обработки (отжиг, нормализация, закалка, отпуск)

### 16.2. Превращения при нагреве стали с феррито-перлитной структурой.

Образование аустенита при нагреве стали. Исправление дефектной микроструктуры при нагреве в аустенитное состояние. Факторы, влияющие на размер зерна аустенита.

### 16.3. Превращения аустенита при охлаждении.

Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение, диффузионный механизм и кинетика перлитного превращения. Влияние степени переохлаждения на дисперсность и механические свойства пластинчатого перлита. Сорбит и троостит.

### 16.4. Мартенситное превращение аустенита.

Особенности мартенситного превращения: бездиффузионный характер, чрезвычайно высокая скорость образования кристаллов мартенситной фазы, сдвиговой механизм превращения, морфология мартенситной микроструктуры. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение аустенита.

Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита. Строение и свойства продуктов бейнитного превращения.

Критическая скорость охлаждения (закалки) и факторы, влияющие на неё.

### 16.5. Превращения при нагреве (отпуске) закалённой стали.

Влияние температуры и продолжительности отпуска и легирующих элементов на фазовые и структурные превращения мартенсита и свойства отпущенной стали.

### 16.6. Виды термической обработки стали.



Отжиг первого рода и его назначение. Гомогенизация. Рекристаллизационный отжиг.

Отжиг второго рода (фазовая перекристаллизация). Назначение и разновидности отжига второго рода. Нормализация стали.

Закалка стали (закалка с мартенситным превращением). Выбор температуры при нагреве под закалку. Закалочные среды. закаливаемость и прокаливаемость стали. Способы закалки. Обработка стали холодом. Дефекты, возникающие при закалке.

Отпуск стали, назначение и виды отпуска.

16.7. Виды химико-термической обработки стали.

Химико-термическая обработка стали. Цементация стали, виды цементации. Азотирование стали. Нитроцементация. Цианирование. Механизм образования и строение (микроструктура) диффузионного слоя при цементации и азотировании.

Диффузионная металлизация сталей (алитирование, хромирование, силицирование).

## **Раздел 17. Классификация и маркировка железоуглеродистых и металлокерамических твёрдых сплавов**

17.1. Классификация и маркировка сталей.

Принципы классификации сталей. Конструкционные и инструментальные углеродистые и легированные стали. Цели и правила легирования сталей. Правила маркировки сталей различных классов.

17.2. Классификация и маркировка чугунов.

Общая классификация чугунов: белые, серые, половинчатые. Классификация серых чугунов по форме графитных включений и типу металлической основы. Маркировка серых чугунов.

17.3. Классификация и маркировка металлокерамических твёрдых сплавов.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии, которые ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информа-



цией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### ***6.1 Основная литература***

1. Гордиенко В. Е., Абросимова А. А., Новиков В. И., Трунова Е. В., Воронцов И. И. Технология конструкционных материалов. Физико-механические основы обработки металлов резанием и металлорежущие станки : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. - 84 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74354>.

2. Алексеев А. Г., Барон Ю. М., Коротких М. Т., Медко В. С., Никифоров В. И., Радкевич М. М., Сенчило И. А., Серяков Е. И., Ушомирская Л. А., Шатерин М. А. Технология конструкционных материалов : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 599 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59723>.

3. Гузанов, Б. Н. Краткий курс по материаловедению и технологии конструкционных материалов [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для профессионально-педагогических образовательных организаций / Б. Н. Гузанов, В. В. Бухаленков. - Екатеринбург : РГППУ, 2017. - 207 с. - Режим доступа:

4. Белов, В. Д. Литейное производство : учебник / В. Д. Белов ; под редакцией В. Д. Белова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : МИСИС, 2015. — 487 с. — ISBN 978-5-87623-892-4. - Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116953> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



5. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников [и др.] ; под общей редакцией В.М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129223>

6. Зорин, Н.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением : учебное пособие / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-2156-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <https://e.lanbook.com/book/102605>

7. Смирнов, И.В. Сварка специальных сталей и сплавов : учебное пособие / И.В. Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4275-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118607>

8. Технология литейного производства : учебник для вузов / Ю. И. Категоренко и др. ; под ред. Ю. И. Категоренко, В. М. Миляева ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2018. - 684 с. - Режим доступа: <https://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/25527>.

## **6.2 Дополнительная литература**

1. Афанасьев А. А. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов [Гриф УМО] / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол : Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 655 с.

2. Орлов А. С., Рубцова Е. Г., Зиброва И. Ю. Конструкционные металлы и сплавы. Технология конструкционных материалов : практикум. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 87 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30839>.

3. Барон Ю. М. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов / Ю.М. Барон. - Санкт-Петербург : Питер, 2015. - 512 с. - ISBN 978-5-496-01388-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/28490/reading>

## **6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека технической литературы. Режим доступа: [www.tehlit.ru](http://www.tehlit.ru)

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Программное обеспечение для организации вебинаров Mirapolis Virtual Room.
3. Система дистанционного обучения Moodle.

Информационные системы и платформы:





1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Лаборатория материаловедения и металлографии.
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

