

Разработчики:

Заведующий кафедрой инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии, доктор технических наук, профессор Гузанов Б. Н.

Доцент кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии, кандидат физико-математических наук, доцент Бухаленков В. В.

Заведующий лабораторией кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии Парыгина Е. М.

Специалист кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии

Аполонова Е. И.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - формирование системы знаний о составе и строении металлических материалов и о закономерностях термического воздействия на свойства металлов.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний научных основ металловедения, теории и практики термической обработки металлов и сплавов;
- изучение строения металлов
- изучение закономерностей влияния состава и строения металлических материалов на их свойства;
- изучение влияния термического воздействия на свойства металлов и сплавов;
- развитие умений оптимального выбора металлических материалов для изготовления металлоконструкций;
- развитие умений выбора вида термообработки и ее режимов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил

ОПК-5.1 Демонстрирует навыки работы с нормативно-технической документацией при решении производственно-технологических задач профессиональной деятельности

Знать:

ОПК-5.1/Зн1 стандарты ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП

ОПК-5.1/Зн2 технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям изделий машиностроения

ОПК-5.1/Зн3 стандарты, технические условия, нормативно-технические документы по оформлению технологической документации

Уметь:

ОПК-5.1/Ум1 анализировать и читать конструкторскую документацию на изделия машиностроения с учетом вида и способа обработки, используя САД-системы

ОПК-5.1/Ум2 выбирать материал и способ получения заготовки для изготовления изделий машиностроения

ОПК-5.1/Ум3 рассчитывать технологические режимы обработки изделий машиностроения

Владеть:

ОПК-5.1/Нв1 навыками работы со справочной и технической литературой, соблюдением требования стандартов, норм и правил при оформлении технологической и конструкторской документации

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.07.02 «Металловедение и термическая обработка металлов» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3, 5, 6.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.07.01 Начертательная геометрия и компьютерная инженерная графика;

Б1.О.01.03 Правоведение;

Б1.О.04.01 Практикум по высокоэнергетическим методам обработки материалов;

Б1.О.06.04 Прикладная математика и математическая логика;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.03.01 Безопасность жизнедеятельности;

Б1.О.07.07 Детали машин;

Б1.О.06.06 Инженерная экология;

Б1.О.07.15 Методы и средства измерений, испытаний и контроля;

Б1.О.07.13 Метрология, стандартизация и сертификация;

Б1.О.07.01 Начертательная геометрия и компьютерная инженерная графика;

Б1.О.07.03 Нормирование точности и технические измерения;

Б2.О.01(У) Ознакомительная практика;

Б1.О.07.17 Основы коммерческой деятельности в машиностроении и металлургии;

Б1.О.05.02 Патентоведение и защита интеллектуальной собственности;

Б1.О.01.03 Правоведение;

Б1.О.04.01 Практикум по высокоэнергетическим методам обработки материалов;

Б2.О.05(Пд) Преддипломная практика;

Б1.О.06.04 Прикладная математика и математическая логика;

Б1.О.07.16 Системы технологической подготовки производства и конструкторской документации;

Б1.О.07.18 Современные материалы в технике;

Б1.О.07.06 Техническая механика и сопротивление материалов;

Б2.О.03(П) Технологическая практика;

Б1.О.07.05 Технология конструкционных материалов;

Б1.О.07.14 Управление качеством в машиностроении и материалообработке;

Б1.О.05.05 Физика высокоэнергетических процессов;

Б1.О.07.10 Физико-химические процессы в плазменных и сварочных технологиях;

Б1.О.05.04 Физическая химия в технологиях обработки материалов;

Б2.О.02(П) Эксплуатационная практика;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Второй триместр	36	1	4		4		32	
Третий триместр	108	3	12	4	4	4	92	Контрольная работа зфо Экзамен (4)
Четвертый триместр	72	2	6			6	62	Контрольная работа зфо Экзамен (4)
Всего	216	6	22	4	8	10	186	8

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Введение	3,5				3,5
Тема 1.1. Цели, задачи, содержание и формы работ по дисциплине	3				3
Тема 1.2. Краткий исторический обзор развития металловедения и термической обработки металлов	0,5				0,5
Раздел 2. Кристаллическое строение металлов	23			2	21
Тема 2.1. Атомно-кристаллическая структура металлов.	7				7
Тема 2.2. Дефекты кристаллической структуры металла.	8			1	7
Тема 2.3. Понятие о макроструктуре и микроструктуре металлов	8			1	7
Раздел 3. Деформация и механические свойства металлов	23		1		22
Тема 3.1. Деформация металлов	7				7
Тема 3.2. Механические свойства металлов	9		1		8
Тема 3.3. Хрупкое и вязкое разрушение металлов	7				7
Раздел 4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла	4	1			3
Тема 4.1. Метастабильное состояние деформированного металла	2				2
Тема 4.2. Рекристаллизация металлов	2	1			1
Раздел 5. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка	13	1	1	3	8

Тема 5.1. Структура металлов в жидком состоянии	8			3	5
Тема 5.2. Несамопроизвольная кристаллизация	2	1			1
Тема 5.3. Строение металлического слитка	3		1		2
Раздел 6. Фазы в металлических сплавах	9	1	1	2	5
Тема 6.1. Понятие о компонентах, фазах, термодинамической системе	4	1		2	1
Тема 6.2. Твердые растворы	5		1		4
Раздел 7. Диаграммы состояния сплавов	15		1		14
Тема 7.1. Методы построения диаграмм состояния	10		1		9
Тема 7.2. Двухкомпонентные системы	5				5
Раздел 8. Железо и его сплавы	24		3	2	19
Тема 8.1. Система железо-цементит	11		1	2	8
Тема 8.2. Система железо-графит	7				7
Тема 8.3. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали	6		2		4
Раздел 9. Фазовые превращения в железо-углеродистых сплавах	16				16
Тема 9.1. Превращения при нагреве	3				3
Тема 9.2. Превращения переохлажденного аустенита в сталях	7				7
Тема 9.3. Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве	6				6
Раздел 10. Классификация и маркировка сталей и сплавов	29,5		1		28,5
Тема 10.1. Классификация сталей	8		1		7
Тема 10.2. Инструментальные стали	7				7
Тема 10.3. Классификация и маркировка серых литейных чугунов	7				7
Тема 10.4. Классификация и маркировка некоторых сплавов	2,5				2,5

цветных металлов					
Тема 10.5. Классификация и маркировка металлокерамических твёрдых сплавов для режущего инструмента	5				5
Раздел 11. Основные виды термической обработки сталей	21	1		1	19
Тема 11.1. Разновидности отжига	7			1	6
Тема 11.2. Закалка сталей и сплавов, виды закалки	7	1			6
Тема 11.3. Отпуск закаленной стали	7				7
Раздел 12. Химико-термическая обработка стали	15				15
Тема 12.1. Сущность химико-термической обработки. Назначение	8				8
Тема 12.2. Разновидности химико-термической обработки	7				7
Раздел 13. Принципы термической обработки цветных сплавов	12				12
Тема 13.1. Классификация сплавов	5				5
Тема 13.2. Термическая обработка сплавов	7				7
Итого	208	4	8	10	186

5. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Цели, задачи, содержание и формы работ по дисциплине

Цели, задачи, содержание и формы работ по дисциплине «Металловедение и термообработка металлов».

Тема 1.2. Краткий исторический обзор развития металловедения и термической обработки металлов

Краткий исторический обзор развития металловедения и термической обработки металлов. Достижения современной науки о металлах. Связь курса с другими дисциплинами.

Раздел 2. Кристаллическое строение металлов

Тема 2.1. Атомно-кристаллическая структура металлов.

Атомно-кристаллическая структура металлов. Кристаллические решетки металлов и их характеристики Кристаллографические обозначения атомных плоскостей. Индексы направлений. Анизотропия кристаллов. Зерно металла.

Тема 2.2. Дефекты кристаллической структуры металла.

Дефекты кристаллической структуры металла. Точечные, линейные и поверхностные дефекты кристаллического строения металлов. Границы зерен и их структура.

Тема 2.3. Понятие о макроструктуре и микроструктуре металлов

Понятие о макроструктуре и микроструктуре металлов. Методы исследования металлов. Макроскопический метод исследования. Микроскопический метод исследования.

Электронная микроскопия. Рентгеноструктурный анализ. Физические методы исследования металлов.

Раздел 3. Деформация и механические свойства металлов

Тема 3.1. Деформация металлов

Деформация металлов. Упругая и пластическая деформация. Механизмы холодной пластической деформации. Изменение микроструктуры и механических свойств металлов при холодной деформации. Техническая и теоретическая прочность металлов. Упрочнение (наклеп) и его причины.

Тема 3.2. Механические свойства металлов

Механические свойства металлов. Механические характеристики, определяемые при статистических испытаниях. Твердость, прочность, пластичность металлов. Кривая растяжения. Механические свойства при динамических испытаниях. Механические свойства при переменных нагрузках. Конструктивная прочность.

Тема 3.3. Хрупкое и вязкое разрушение металлов

Хрупкое и вязкое разрушение металлов. Механизмы разрушения. Схема академика Иоффе. Порог хладноломкости.

Раздел 4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла

Тема 4.1. Метастабильное состояние деформированного металла

Метастабильное состояние деформированного металла. Явление возврата металлов.

Тема 4.2. Рекристаллизация металлов

Рекристаллизация металлов. Температура рекристаллизации. Структура и свойства рекристаллизованного металла. Горячая пластическая деформация. Роль температуры при деформировании.

Раздел 5. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка

Тема 5.1. Структура металлов в жидком состоянии

Структура металлов в жидком состоянии. Ближний и дальний порядок. Самопроизвольная кристаллизация. Изменение свободной энергии при кристаллизации. Критический размер зародыша, зависимость его от степени переохлаждения. Влияние степени переохлаждения на число зародышей.

Тема 5.2. Несамостоятельная кристаллизация

Несамостоятельная кристаллизация. Условия самостоятельной кристаллизации. Модифицирование.

Тема 5.3. Строение металлического слитка

Строение металлического слитка. Факторы, определяющие форму и размеры зерен при кристаллизации металлов. Рост кристаллов. Дендритный механизм роста.

Раздел 6. Фазы в металлических сплавах

Тема 6.1. Понятие о компонентах, фазах, термодинамической системе

Понятие о компонентах, фазах, термодинамической системе. Физическая природа фаз в сплавах.

Тема 6.2. Твердые растворы

Твердые растворы замещения при неограниченной и ограниченной растворимости компонентов. Твердые растворы внедрения. Химические соединения с нормальной валентностью и электронные соединения. Разновидности электронных соединений. Фазы внедрения.

Раздел 7. Диаграммы состояния сплавов

Тема 7.1. Методы построения диаграмм состояния

Методы построения диаграмм состояния. Двухкомпонентные системы. Выражение химического состава сплава в весовых и атомных процентах. Правило отрезков (рычага), его применение. Определение химического состава фаз. Коноды и их назначение.

Тема 7.2. Двухкомпонентные системы

Двухкомпонентные системы. Двойные системы с полной и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Сплавы с химическим соединением; сплавы полиморфных металлов: эвтектическое, перитектическое и эвтектоидное превращения в

металлических сплавах. Типичные структуры сплавов.

Раздел 8. Железо и его сплавы

Тема 8.1. Система железо-цементит

Система железо-цементит. Характеристика компонентов и фаз системы железо-цементит (железо, углерод, феррит, аустенит, цементит, жидкий раствор). Фазовые превращения в зависимости от состава. Структурные составляющие сталей в условиях медленного охлаждения. Структуры белых чугунов. Условные обозначения превращений в железоуглеродистых сплавах (критические точки по Осмонду).

Тема 8.2. Система железо-графит

Система железо-графит. Фазовые и структурные составляющие серых чугунов. Факторы, способствующие кристаллизации в соответствии с диаграммой железо-графит. Форма графитных включений. Структура металлической основы. Серый, ковкий и высокопрочный чугуны.

Тема 8.3. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали

Влияние углерода и постоянных примесей (кремния, марганца, серы, фосфора, азота, кислорода, водорода) на свойства стали. Легирующие элементы в стали. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения в железе, свойства феррита и аустенита. Карбидная фаза в легированных сталях. Интерметаллические соединения.

Раздел 9. Фазовые превращения в железо-углеродистых сплавах

Тема 9.1. Превращения при нагреве

Превращения при нагреве. Закономерности диффузионного образования аустенита. Образование аустенита в процессе непрерывного нагрева. Зерно аустенита. Склонность стали к росту зерна. Явление перегрева и пережога. Исправление грубого зерна литой и перегретой стали. Влияние величины зерна на свойства стали.

Тема 9.2. Превращения переохлажденного аустенита в сталях

Превращения переохлажденного аустенита в сталях. Диаграммы изотермического превращения аустенита. Три ступени распада переохлажденного аустенита. Диффузионное превращение переохлажденного аустенита (первая ступень распада). Мартенситное превращение и его особенности (третья ступень превращения). Промежуточное, бейнитное превращение (вторая ступень распада). Разновидности диаграмм изотермического превращения переохлажденного аустенита в простых углеродистых и легированных сталях. Превращение аустенита и формирование структуры при непрерывном охлаждении. Понятие о критической скорости охлаждения.

Тема 9.3. Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве

Превращение мартенсита и остаточного аустенита при нагреве (отпуск стали). Распад мартенсита (первое превращение при отпуске), превращение остаточного аустенита (второе превращение), снятие внутренних напряжений и карбидное превращение (третье превращение при отпуске), коагуляция карбидов (четвертое превращение при отпуске).

Раздел 10. Классификация и маркировка сталей и сплавов

Тема 10.1. Классификация сталей

Классификация сталей: по химическому составу и качеству. Классификация сталей по назначению: конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами. Требования, предъявляемые к сталям в зависимости от условий работы. Конструкционные стали. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества и качественные. Легированные стали. Маркировка сталей. Основные группы конструкционных сталей. Высоколегированные стали со специальными свойствами. Типовые режимы термической обработки и примерный уровень получаемых свойств.

Тема 10.2. Инструментальные стали

Инструментальные стали. Условия работы и требования к структуре и свойствам. Маркировка сталей. Стали для режущего инструмента. Быстро-режущие стали. Стали для измерительного инструмента. Штамповые стали. Термическая обработка этих групп сталей.

Тема 10.3. Классификация и маркировка серых литейных чугунов

Классификация и маркировка серых литейных чугунов.

Тема 10.4. Классификация и маркировка некоторых сплавов цветных металлов

Классификация и маркировка некоторых сплавов цветных металлов.

Тема 10.5. Классификация и маркировка металлокерамических твёрдых сплавов для режущего инструмента

Классификация и маркировка металлокерамических твёрдых сплавов для режущего инструмента.

Раздел 11. Основные виды термической обработки сталей

Тема 11.1. Разновидности отжига

Разновидности отжига. Отжиг I рода (гомогенизирующий, рекристаллизационный, для снятия остаточных напряжений). Отжиг II рода (полный, изотермический, неполный). Нормализация. Цели и значение отжига. Условия осуществления. Изменения структуры и свойств в результате проведения отжига.

Тема 11.2. Закалка сталей и сплавов, виды закалки

Закалка сталей и сплавов, виды закалки. Назначение и области применения различных видов закалки. Выбор температуры закалки для углеродистых сталей: доэвтектоидных и заэвтектоидных. Влияние легирующих элементов. Продолжительность нагрева при аустенизации стали. Выбор скорости охлаждения. Охлаждающие среды для закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Внутренние напряжения в закаленной стали. Методы закалки, снижающие напряжения в изделиях. Обработка стали холодом. Назначение обработки. Поверхностная закалка стали.

Тема 11.3. Отпуск закаленной стали

Отпуск закаленной стали. Назначение отпуска. Три вида отпуска. Изменение структуры и свойств при отпуске. Улучшение стали.

Раздел 12. Химико-термическая обработка стали

Тема 12.1. Сущность химико-термической обработки. Назначение

Сущность химико-термической обработки. Назначение, области применения.

Тема 12.2. Разновидности химико-термической обработки

Разновидности химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование стали. Диффузионная металлизация.

Раздел 13. Принципы термической обработки цветных сплавов

Тема 13.1. Классификация сплавов

Классификация сплавов. Сплавы деформируемые и литейные.

Тема 13.2. Термическая обработка сплавов

Термическая обработка сплавов. Закалка без полиморфного превращения, старение. Назначение перечисленных операций. Протекающие процессы.

6. Рекомендуемые образовательные технологии

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и престаёт быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).
2. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.
3. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными

программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

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.

7. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Материаловедение и металловедение сварки: учебник / В. Н. Гадалов,, В. Р. Петренко,, С. В. Сафонов,, Е. А. Филатов,, А. В. Филонович,. - Материаловедение и металловедение сварки - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 308 с. - 978-5-9729-0625-3. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/114927.html> (дата обращения: 28.06.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Веремеенко,, О. Ю. Металловедение и сварочные технологии: лабораторный практикум / О. Ю. Веремеенко,, В. Ю. Алпатов,, В. С. Широков,. - Металловедение и сварочные технологии - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 104 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/111765.html> (дата обращения: 28.06.2023). - Режим доступа: по подписке

3. Осинцев, О. Е. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе: учебное пособие для вузов / О. Е. Осинцев. - 2-е изд., испр. - Москва: Машиностроение, 2021. - 156 - 978-5-907104-82-2. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/175274> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

4. Торопцева,, Е. Л. Теория термической обработки. Металловедение специальных сплавов: методические указания к решению задач / Е. Л. Торопцева,, О. А. Косинова,, Е. В. Кузнецова,. - Теория термической обработки. Металловедение специальных сплавов - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 44 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/92847.html> (дата обращения: 28.06.2023). - Режим доступа: по подписке

7.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека
2. <http://book.uraic.ru/> - Свердловская областная универсальная библиотека им. В.Г. Белинского
3. <http://web.ido.ru> - Сетевая электронная библиотека

7.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные системы и платформы:

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

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

7.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

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

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
 2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
 3. Лаборатория теории металлургических процессов и металловедения.
 4. Помещения для самостоятельной работы.
 5. Технопарк универсальных педагогических компетенций
- Для лекционных, практических занятий
Учебная аудитория (2-329)
- Для практических занятий
Учебная аудитория лаборатория материаловедения и металлографии (2-338)
Учебная аудитория центр высоких технологий сварки и плазменной обработки материалов (8-107)