

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Козорез Д.А.
“28” июня 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000146390)
Материаловедение

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 38.03.02 Менеджмент

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Управление технологическими инновациями

Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ЭиУ

Обеспечивающая кафедра ЭиУ

Кафедра-разработчик рабочей программы ЭиУ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
4	2	72	18	8	8	38	0	Зч
Итого	2	72	18	8	8	38	0	

Москва
2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе модифицированных ФГОС ВО (3++) по направлению 38.03.02 Менеджмент

Авторы программы:

Пименов С.С.

Носов В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ЭиУ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиУ

Директор выпускающего филиала

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Материаловедение является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-З(ДПК-3.3.3)	Знать простые вещества и соединения.
2	З-З(ДПК-3.3.4)	Знать однородные и неоднородные материалы, их структуры и компоненты
3	У-З(ДПК-3.3.2)	Уметь использовать базы данных для подбора и модернизации технологического оборудования
4	У-З(ДПК-3.3.3)	Уметь выбирать современные материалы с нужными эксплуатационными свойствами.
5	В-З(ДПК-3.3.2)	Владеть терминологией и общей классификацией материаловедения, навыками работы с современными информационными системами по материаловедению

Перечисленные РО являются этапом формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ДПК-З	Способен использовать современные технологии в разработке проектов и программ развития организации

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ДПК-З.З	Анализирует базы данных по современным материалам
2	ДПК-З.З	Анализирует базы данных по современным материалам
3	ДПК-З.З	Анализирует базы данных по современным материалам
4	ДПК-З.З	Анализирует базы данных по современным материалам
5	ДПК-З.З	Анализирует базы данных по современным материалам

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Материаловедение является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единицы(ы), 72 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Материаловедение	Введение	2	0	0	0	2	72
	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	0	0	4	8	12	
	Кристаллизация металлов	0	2	0	0	2	

	Деформация и рекристаллизация	0	6	0	2	8	
	Диаграммы состояния металлических систем	0	0	0	8	8	
	Железо и его сплавы	4	0	0	0	4	
	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	6	0	4	3	13	
	Легированные стали и сплавы	2	0	0	17	19	
	Цветные металлы и сплавы	4	0	0	0	4	
Всего		18	8	8	38	72	72

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции
1	1.1. Введение	2	Введение
2	1.6. Железо и его сплавы	4	Железоуглеродистые сплавы. Углеродистые стали. Чугун
3	1.7. Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	2	Термическая обработка стали
4	1.7. Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	2	Основные виды термической обработки стали
5	1.7. Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	2	Поверхностное упрочнение стальных изделий
6	1.8. Легированные стали и сплавы	2	Легированные стали и сплавы. Классификация и маркировка легированных сталей. Композиционные материалы
7	1.9. Цветные металлы и сплавы	4	Цветные металлы и сплавы. Порошковые материалы САСы и САПы
Итого:		18	

3.2. Содержание лекций.

1.1.1. Введение (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Металлические материалы как фундамент цивилизации. Влияние новейших достижений научно-технического прогресса на различные отрасли металлургии. Требования к качеству и расширение сортамента изделий. Прогрессивные методы получения и обработки металлов.

1.6.1. Железоуглеродистые сплавы. Углеродистые стали. Чугун (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Диаграмма состояния системы железо – углерод. Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом. Диаграмма состояния системы железо - цементит (метастабильное состояние). Диаграмма состояния системы железо - графит (стабильное состояние).

Углеродистые стали. Общая характеристика. Влияние углерода на свойства стали. Влияние постоянных примесей на свойства стали. Сталь различных способов производства. Чистая сталь. Углеродистая сталь общего назначения. Углеродистые качественные стали. Углеродистые инструментальные стали. Нагартованная сталь. Листовая сталь для холодной штамповки. Обрабатываемость резанием. Автоматные стали.

Чугун. Процесс графитизации. Структура чугуна. Формы графита. Структура и свойства чугуна. Примеси в чугуне. Серый и белый чугуны. Высокопрочный чугун. Ковкий чугун. Легированные чугуны.

1.7.1. Термическая обработка стали (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Понятие о термической обработке. Виды термической обработки. Принципы термической обработки. Диаграмма состояния.

Превращения в сталях. Превращения в стали при нагреве. Превращения в стали при охлаждении. Превращения в закаленной стали при нагреве. Образование аустенита. Рост аустенитного зерна. Распад аустенита. Мартенситное превращение. Бейнитное превращение.

1.7.2. Основные виды термической обработки стали (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Отжиг и нормализация. Отжиг I рода. Отжиг II рода (фазовая перекристаллизация).

Закалка. Выбор температуры закалки. Обработка холодом. Закаливаемость и прокаливаемость. Внутренние напряжения. Дефекты закалки.

Отпуск и старение.

Условия нагрева и охлаждения при термической обработке.

Влияние термической обработки на механические свойства стали.

1.7.3. Поверхностное упрочнение стальных изделий (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Упрочнение поверхности методом пластического деформирования. Методы механического упрочнения поверхности. Термомеханическая обработка

Поверхностная закалка. Общие положения. Высокочастотная закалка.

Химико-термическая обработка стали. Общая характеристика процессов химико-термической обработки стали. Цементация стали. Азотирование. Нитроцементация. Цианирование. Борирование. Силицирование. Диффузионное насыщение металлами. Высокоэнергетические методы химического модифицирования.

Лазерная термическая обработка.

Лазерная химико-термическая обработка (ЛХТО).

1.8.1. Легированные стали и сплавы. Классификация и маркировка легированных сталей. Композиционные материалы (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Легированные стали и сплавы. Влияние легирующих элементов. Классификация примесей. Влияние элементов на полиморфизм железа. Распределение легирующих элементов в стали. Влияние легирующих элементов на феррит. Карбидная фаза в легированных сталях. Влияние легирующих элементов на превращения в стали.

Классификация и маркировка легированных сталей. Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей.

Конструкционные стали. Механические свойства стали, влияние структуры и легирующих элементов. Термическая обработка конструкционных сталей. Цементуемые (низкоуглеродистые) стали. Улучшаемые (среднеуглеродистые) стали. Высокопрочные стали. Свариваемость стали. Строительная сталь. Арматурная сталь. Пружинная сталь. Шарикоподшипниковая сталь. Дефекты легированных сталей.

Инструментальные стали. Общие положения. Инструментальные стали пониженной прокаливаемости. Инструментальные стали повышенной прокаливаемости (легированные инструментальные стали). Быстрорежущие стали

Штамповые стали. Твердые сплавы.

Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. Жаростойкость. Жаростойкие сплавы. Жаропрочность. Оценка жаропрочных свойств. Влияние структуры и состава на жаропрочность. Классификация жаропрочных материалов. Перлитные и мартенситные жаропрочные стали. Аустенитные жаропрочные стали. Никелевые и кобальтовые жаропрочные сплавы.

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы. Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали. Кислотостойкие стали и сплавы. Криогенные стали и сплавы.

Износостойкие стали и сплавы. Износостойкость. Графитизированная сталь. Высокомарганцовистая сталь. Наплавочные материалы.

Композиционные материалы.

1.9.1. Цветные металлы и сплавы. Порошковые материалы САСы и САПы (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия и классификация его сплавов. Деформируемые сплавы. Литейные сплавы. Подшипниковые сплавы. Маркировка алюминиевых сплавов.

Медь и ее сплавы. Свойства меди и классификация медных сплавов. Латуни. Бронзы. Антифрикционные сплавы, припой, легкоплавкие сплавы.

Магний и его сплавы. Основные свойства магния. Классификация и характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы. Литейные магниевые сплавы. Применение магниевых сплавов.

Бериллий и его сплавы. Основные свойства бериллия. Сплавы бериллия. Применение бериллия.

Титан и его сплавы. Основные свойства титана. Фазовые превращения в титановых сплавах. Промышленные титановые сплавы. Применение титана и его сплавов.

Порошковые материалы САСы и САПы.

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1.3.Кристаллизация металлов	2	Кристаллизация солей металлов
2	1.4.Деформация и рекристаллизация	4	Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84
3	1.4.Деформация и рекристаллизация	2	Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю

	ия		
Итого:		8	

3.4.Содержание практических занятий

1.3.1. Кристаллизация солей металлов (АЗ: 2, СРС: 0)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение общих закономерностей процесса кристаллизации металлов и металлических сплавов на примере процесса кристаллизации солей из растворов как модели кристаллизации металлов.

1.4.1. Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84 (АЗ: 4, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение процесса растяжения металлического образца. Определение основных механических характеристик материала. Ознакомление с испытательной машиной FP-100.

1.4.2. Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю (АЗ: 2, СРС: 1)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучить основные способы измерения твердости металлов и сплавов и приобрести практические навыки работы с твердомерами.

3.5.Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем, часов
1	1.2.Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Макро- и микроструктурный анализ металлических сплавов	4
2	1.7.Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Термическая обработка углеродистых сталей	4
Итого:			8

3.6.Содержание лабораторных работ

1.2.1. Макро- и микроструктурный анализ металлических сплавов (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

Прикрепленные файлы: Макро- и микроструктурный анализ металлических сплавов.doc

Описание: Освоить методы макроскопического и микроскопического анализа при изучении макро- и микроструктуры. Освоить работу на металлографическом микроскопе.

1.7.1. Термическая обработка углеродистых сталей (АЗ: 4, СРС: 0)

Форма организации: Лабораторная работа

Прикрепленные файлы: Термическая обработка углеродистых сталей.doc

Описание: Изучение влияния температуры нагрева, скорости охлаждения при закалке и температурно-временных режимов отпуска на твердость закалённых углеродистых сталей, ознакомление с различными видами термической обработки - нормализацией, закалкой и отпуском углеродистых сталей, определение оптимальной температуры закалки углеродистых сталей СТ45 и У12.

3.7.Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.8.Промежуточная аттестация

1.

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).doc

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Индексирование кристаллографических плоскостей и направлений. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Диаграммы состояния. М., МАТИ, 2014 г.

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Выбор материала и упрочняющей обработки деталей машин и инструмента. М., МАТИ, 2014 г.

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

Вопросы для самостоятельной работы по темам:

№ п/п	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Введение	Назовите вещества, не являющиеся, на Ваш взгляд, материалами.
2	Введение	Предметом каких естественных наук является изучение взаимосвязи структуры и свойств веществ?
3	Введение	Приведите примеры зависимости структуры или свойств материалов от технологии их получения.
4	Введение	Назовите области техники, где необходимы материалы, сохраняющие прочность при высоких температурах.
5	Введение	Какие материалы, на Вашему мнению, определяют современный уровень техники и почему?
6	Введение	Какие сведения понадобятся Вам, чтобы подобрать материал для конкретного технического изделия?
7	Введение	Приведите примеры решения средствами материаловедения проблем повышения

		работоспособности машин.
8	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Какую информацию о структуре материала можно получить, изучая энергетические спектры его излучения?
9	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Является ли фазовым переходом возникновение в керамике сверхпроводящего состояния?
10	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Увеличится или уменьшится значение энергии Гиббса, если в материале образуется новая фаза прежнего химического состава, но с более плотной упаковкой?
11	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Назовите технологические процессы получения материалов, которые основаны на использовании поверхностных явлений.
12	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	В чем сходство и различие кристаллических материалов и жидких кристаллов?
13	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Различаются ли аморфные и стеклообразные вещества?
14	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Можно ли повысить прочность материала путем увеличения в нем плотности дислокации?
15	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	В чем причина высоких тепло- и электропроводности металлов?
16	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Можно ли получить металлы, у которых отсутствуют дефекты кристаллической решетки?
17	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Какие методы защиты металлов от коррозии Вы знаете?
18	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Охарактеризуйте типы атомных связей.
19	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Для каких веществ основным является ионный тип связи?
20	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Для каких веществ основным является ковалентный тип связи?
21	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Для каких веществ основным является металлический тип связи?
22	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	В каком случае следует учитывать силы Ван-дер-Ваальса?
23	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Объясните физическую природу металлической связи.
24	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Объясните основные свойства металлов, основываясь на представлениях о металлическом состоянии вещества.
25	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	По каким признакам тела делятся на кристаллические и аморфные?
26	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Что называется элементарной кристаллической решеткой?
27	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Нарисуйте основные типы кристаллических решеток, в которых кристаллизуются металлы. Укажите в них плоскости с наибольшей плотностью упаковки атомов.

28	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Как определяются индексы плоскостей и направлений?
29	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Что называется параметром решетки, координационным числом, базисом и коэффициентом компактности?
30	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Что такое полиморфизм?
31	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Укажите основные виды несовершенств кристаллического строения.
32	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Дайте определение краевой и винтовой дислокаций. В чем их различие?
33	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Что представляют собой контур и вектор Бюргерса?
34	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Каковы условия возникновения дислокаций?
35	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	Что такое плотность дислокаций и в каких единицах она измеряется?
36	Кристаллизация металлов	Каким образом можно уменьшить температурный гистерезис?
37	Кристаллизация металлов	Будет ли кристаллизоваться расплав идеально чистого металла?
38	Кристаллизация металлов	Как зависит размер зерна от скорости охлаждения расплава металла?
39	Кристаллизация металлов	В чем причина «оловянной чумы»?
40	Кристаллизация металлов	Опишите особенности жидкого состояния металла?
41	Кристаллизация металлов	В чем состоят термодинамические условия процессов плавления и кристаллизации металлов?
42	Кристаллизация металлов	Какие параметры характеризуют количественные закономерности процесса кристаллизации?
43	Кристаллизация металлов	Что называется самопроизвольной кристаллизацией?
44	Кристаллизация металлов	Каково общее изменение свободной энергии в процессе образования зародышевых центров?
45	Кристаллизация металлов	Что называется критическим размером зародыша и от чего зависит его величина?
46	Кристаллизация металлов	Что называется флуктуациями энергии, и как они влияют на образование зародышевых центров?
47	Кристаллизация металлов	Как влияет степень переохлаждения на величину числа центров кристаллизации и линейную скорость роста?
48	Кристаллизация металлов	Как происходит рост образовавшихся зародышей? Какова роль винтовых дислокаций в росте кристаллов?
49	Кристаллизация металлов	Что называется несамопроизвольной кристаллизацией? В чем состоит принцип структурного и размерного соответствия Данкова-Конобеевского?
50	Кристаллизация металлов	Что называется модифицированием и для чего оно применяется?
51	Кристаллизация металлов	Каково влияние перегрева и подстуживания жидкого металла на несамопроизвольное образование зародышей? Что такое дезактивация примесей?
52	Кристаллизация металлов	Опишите дендритный способ кристаллизации и его причины?
53	Кристаллизация металлов	От каких факторов зависит форма и размер образующихся при кристаллизации зерен?
54	Кристаллизация	Как формируется металлический слиток? Какие зоны возникают в слитке и какие

	металлов	факторы оказывают влияние на величину этих зон?
55	Кристаллизация металлов	Каковы дефекты металлического слитка?
56	Деформация и рекристаллизация	Испытаниям на растяжение: два одинаковых образца из одного материала, отличающихся состоянием поверхности: гладкая и шероховатая. Какой из них прочнее
57	Деформация и рекристаллизация	Выведите размерность удельной прочности материалов.
58	Деформация и рекристаллизация	Вы подбираете материал для узла трения. При каких условиях работы целесообразно проводить испытания: при самых жестких или умеренных?
59	Деформация и рекристаллизация	Ряд деталей полупроводникового устройства выполнен из диэлектриков. Повлияет ли их электрическая поляризация на работоспособность устройства?
60	Деформация и рекристаллизация	Можно ли изготовить постоянные магниты из диэлектриков; полупроводников; проводников?
61	Деформация и рекристаллизация	Работоспособность каких деталей и узлов машин в наибольшей мере зависит от тепловых характеристик материалов?
62	Деформация и рекристаллизация	С помощью каких характеристик можно оценить коррозионное повреждение материалов?
63	Деформация и рекристаллизация	Перечислите пассивные методы неразрушающего контроля.
64	Деформация и рекристаллизация	Какова физическая сущность явления «сверхпроводимость» металлов?
65	Деформация и рекристаллизация	Каков механизм разрушения металлов под действием механической нагрузки?
66	Деформация и рекристаллизация	Можно ли явление текстурирования отнести к положительным свойствам металлов?
67	Деформация и рекристаллизация	Определяется ли конструкционная прочность металлов каким-либо одним механическим свойством или их сочетанием?
68	Деформация и рекристаллизация	Какой вид деформации необратим — упругая или пластическая?
69	Деформация и рекристаллизация	К какому виду испытаний относятся испытания на твердость — к статическим, динамическим?
70	Деформация и рекристаллизация	Чем отличаются дефекты кристаллической структуры материала от пор и трещин?
71	Деформация и рекристаллизация	Для каких узлов машин — неподвижных или подвижных — оценка износостойкости более важна?
72	Деформация и рекристаллизация	Можно ли оценить усталостную долговечность при статических механических испытаниях?
73	Деформация и рекристаллизация	Когда прочность материала выше — при полном отсутствии дефектов кристаллической структуры или при их очень высокой плотности?
74	Деформация и рекристаллизация	Снижается или возрастает плотность энергии, аккумулированной материалом при наклепе?
75	Деформация и рекристаллизация	Может ли протекать процесс рекристаллизации в металле с идеальной кристаллической структурой?
76	Деформация и рекристаллизация	Снижается или возрастает плотность дефектов в наклепанном металле при нагреве?
77	Деформация и рекристаллизация	Когда изменяется размер зерен в металле — при возврате или при рекристаллизации?
78	Деформация и рекристаллизация	Когда металл будет деформироваться легче — при температуре выше или ниже порога рекристаллизации?
79	Деформация и рекристаллизация	Укажите разницу между упругой и пластической деформациями.
80	Деформация и рекристаллизация	Какими путями осуществляется пластическая деформация? Охарактеризуйте плоскости и направления скольжения. Что называется двойникованием?
81	Деформация и рекристаллизация	Каков механизм пластической деформации? Объясните, почему дислокации облегчают сдвиг в кристаллической решетке?
82	Деформация и рекристаллизация	Почему для движения дислокаций необходимы значительные усилия?
83	Деформация и рекристаллизация	Как дислокации взаимодействуют между собой?
84	Деформация и	Как дислокации взаимодействуют с препятствиями и посторонними включениями?

	рекристаллизация	Почему границы зерен являются препятствием для движения дислокаций?
85	Деформация и рекристаллизация	Как изменяются свойства металла при пластической деформации? Каковы причины упрочнения металлов в процессе пластической деформации?
86	Деформация и рекристаллизация	Как изменяется атомно-кристаллическое строение, макро- и микроструктура при деформации?
87	Деформация и рекристаллизация	Что называется текстурой деформации?
88	Деформация и рекристаллизация	Что называется отдыхом, полигонизацией и рекристаллизацией? Как изменяются свойства наклепанных металлов при этих процессах?
89	Деформация и рекристаллизация	Что называется рекристаллизационным отжигом? Его задачи.
90	Деформация и рекристаллизация	Как изменяются во время рекристаллизации плотность дислокаций и тонкая структура металлов и сплавов?
91	Деформация и рекристаллизация	От каких факторов зависит величина зерна холоднодеформированного металла после рекристаллизационного отжига?
92	Деформация и рекристаллизация	Что называется горячей деформацией?
93	Диаграммы состояния металлических систем	Какова физическая сущность появления на кривых охлаждения — нагрев системы «расплав — кристаллы металла» горизонтальных участков?
94	Диаграммы состояния металлических систем	Почему наибольшее распространение в качестве конструкционных материалов получили сплавы?
95	Диаграммы состояния металлических систем	Отражает ли термин «сплав» особенности строения и технологии получения многокомпонентного конструкционного материала?
96	Диаграммы состояния металлических систем	Какова необходимость построения диаграмм состояния сплавов? Каков принцип их построения?
97	Диаграммы состояния металлических систем	В чем различие механизмов эвтектического и эвтектоидного превращений?
98	Диаграммы состояния металлических систем	Почему процесс эвтектического превращения двухкомпонентного сплава приводит к образованию гомогенной мелкодисперсной смеси обоих компонентов сплава?
99	Диаграммы состояния металлических систем	Каков принцип построения диаграмм состояния трехкомпонентных сплавов?
100	Диаграммы состояния металлических систем	Что называется фазой, компонентом, степенью свободы, системой?
101	Диаграммы состояния металлических систем	Какими особенностями строения и свойствами обладают твердые растворы замещения, внедрения, вычитания? Какой раствор называется упорядоченным?
102	Диаграммы состояния металлических систем	Как изменяется параметр кристаллической решетки при образовании различных типов твердых растворов?
103	Диаграммы состояния металлических систем	Какие условия необходимы для того, чтобы компоненты образовали твердые растворы замещения, внедрения, вычитания?
104	Диаграммы состояния металлических систем	Опишите условия, при которых образуются: а) химические соединения с нормальной валентностью; б) электронные соединения; в) фазы внедрения.
105	Диаграммы состояния металлических систем	Какие различия существуют в строении фаз внедрения и твердых растворов внедрения?
106	Диаграммы состояния металлических систем	Какие существуют методы построения диаграмм состояния?
107	Диаграммы состояния металлических систем	В чем заключаются эвтектическое, перитектическое, монотектическое превращения?

	систем	
108	Диаграммы состояния металлических систем	В чем состоят эвтектоидное и перитектоидное превращения?
109	Диаграммы состояния металлических систем	Какие фазы находятся в равновесии в той или иной области диаграммы или на той или иной горизонтальной линии?
110	Диаграммы состояния металлических систем	Как определить химический состав сосуществующих фаз? Что называется конодой?
111	Диаграммы состояния металлических систем	Для чего применяется правило рычага?
112	Диаграммы состояния металлических систем	Какая связь существует между видом диаграммы состояния и свойствами сплавов?
113	Диаграммы состояния металлических систем	Какие геометрические особенности позволяют изображать составы тройных сплавов с помощью концентрационного треугольника?
114	Диаграммы состояния металлических систем	Как определяется химический состав тройных сплавов?
115	Диаграммы состояния металлических систем	Расскажите правило рычага и правило центра тяжести в тройной системе.
116	Диаграммы состояния металлических систем	В чем заключается закон о соприкасающихся пространствах состояния?
117	Диаграммы состояния металлических систем	Что понимается под диффузионным и бездиффузионным механизмами кристаллизации?
118	Диаграммы состояния металлических систем	В кристаллах каких фаз возможно образование внутрикристаллической ликвации?
119	Диаграммы состояния металлических систем	Какова причина возникновения дендритной ликвации? Указать способ борьбы с ней.
120	Диаграммы состояния металлических систем	Что понимается под прямой и обратной зональной ликвацией и каковы причины ее возникновения?
121	Диаграммы состояния металлических систем	Какова роль принципа ориентационного и размерного соответствия Конобеевского-Данкова в фазовых превращениях в твердом состоянии?
122	Диаграммы состояния металлических систем	Каковы особенности мартенситного превращения в сплавах?
123	Железо и его сплавы	Какой металл более широко используется в технике — железо или алюминий?
124	Железо и его сплавы	Какой группе металлов соответствует железо по физическим свойствам — тяжелым или легким, тугоплавким или легкоплавким?
125	Железо и его сплавы	Какая из фаз, содержащих углерод, является более стабильной — цементит или графит?
126	Железо и его сплавы	В каком из твердых растворов углерода в железе растворимость углерода выше — в феррите или аустените?
127	Железо и его сплавы	Какая из сталей имеет более высокую твердость в равновесном состоянии — доэвтектоидная или заэвтектоидная?
128	Железо и его сплавы	Какие легирующие элементы используют для повышения износостойкости, коррозионной стойкости сталей?
129	Железо и его сплавы	Как Вы представляете себе процесс старения стали?
130	Железо и его сплавы	В каком фазовом состоянии может находиться углерод в составе сплава железо—углерод?
131	Железо и его сплавы	Почему при увеличении содержания углерода свыше 2,14 % в сплаве железо—

		углерод качественно меняются его свойства?
132	Железо и его сплавы	Можно ли получить сплавы, в которых углерод при содержании менее 2,14% находится в виде графитовых включений?
133	Железо и его сплавы	В чем, по Вашему мнению, заключается причина существенного влияния формы графитовых включений на механические свойства чугунов?
134	Железо и его сплавы	В чем состоит физическая сущность процесса превращения белого чугуна в ковкий?
135	Железо и его сплавы	В каком случае целесообразно отбеливать поверхностные слои чугуновых деталей? Каким образом можно осуществить отбеливание?
136	Железо и его сплавы	Можно ли перерабатывать ковкий чугун методами холодного и горячего ударного деформирования?
137	Железо и его сплавы	Какие чугуны обладают наилучшими литейными свойствами?
138	Железо и его сплавы	Какие модификации имеет чистое железо и в каких температурных интервалах они устойчивы?
139	Железо и его сплавы	Что называется ферритом, аустенитом, цементитом? Дайте краткую характеристику этих фаз.
140	Железо и его сплавы	Как различаются по структуре стали и чугуны?
141	Железо и его сплавы	Какие бывают чугуны? Чем отличается белый чугун от серого?
142	Железо и его сплавы	Как получают ковкий чугун? Его строение, свойства и назначение.
143	Железо и его сплавы	Как получают высокопрочный чугун? Его строение, свойства и назначение.
144	Железо и его сплавы	В чем состоят общие закономерности образования аустенита при нагреве?
145	Железо и его сплавы	Что называется перегревом и пережогом?
146	Железо и его сплавы	Каковы особенности превращения переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении?
147	Железо и его сплавы	Каковы особенности распада аустенита во всех температурных зонах: диффузионного, промежуточного (бейнитного), бездиффузионного превращений?
148	Железо и его сплавы	Как влияют легирующие элементы на положение критических точек A1, A3, на мартенситные точки, устойчивость переохлажденного аустенита?
149	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Назовите технологические факторы, которые влияют на процесс термообработки.
150	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какой вид термообработки — отжиг или закалка — гарантирует более равновесное состояние стали?
151	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какая сталь имеет больший размер зерна — с зернистостью 5 или 10 баллов?
152	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	При какой структуре стали ее прочность выше — при крупнозернистой или мелкозернистой?
153	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Можно ли применять стальное изделие сразу после его закалки?
154	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какое изделие можно закалить — из стали с содержанием углерода 0,1 или 0,5 %? Почему?
155	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какие легирующие элементы упрочняют сталь сильнее — те, которые образуют карбиды или твердые растворы с углеродом?
156	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Устраняется ли при отжиге ликвация примесей?
157	Основы технологии	Можно ли нормализацию сталей применять вместо закатки?

	термической и химико-термической обработки стали	
158	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какая закалочная среда — вода или масло — обеспечивает более высокую скорость охлаждения изделия?
159	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Для каких изделий более важна прокаливаемость — для деталей шарикоподшипника или для стальных болтов?
160	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какой вид отпуска — высокий, средний или низкий — обеспечивает повышение предела упругости стали?
161	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Можно ли искусственное старение считать видом отпуска?
162	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	В каких случаях Вы применили бы поверхностную закалку стальных деталей ТВЧ — в единичном или массовом производстве?
163	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Происходят ли фазовые превращения в поверхностном слое стали при ее цементации?
164	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	После какого вида химико-термической обработки стали — цементации или азотирования — выше износостойкость поверхностного слоя?
165	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какой вид химико-термической обработки стали — цианирование или цементация — выполняется при более низкой температуре?
166	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Чем отличается диффузионное хромирование от гальванического?
167	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какой вид облучения применяют для разогрева поверхности стального изделия при химико-термической обработке — рентгеновское или лазерное излучение?
168	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Как влияют легирующие элементы на прокаливаемость стали?
169	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Дайте определение основных операций термической обработки: отжига, нормализации, заковки.
170	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какие существуют разновидности отжига и для чего они применяются?
171	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Какие способы заковки вы знаете и в каких случаях они применяются?
172	Основы технологии термической и химико-термической	От чего зависит прокаливаемость стали и каково ее технологическое значение?

	обработки стали	
173	Основы технологии термической и химико-термической обработки стали	Что называется отпуском стали? Какие задачи отпуска, технология проведения? Какие структурные изменения происходят при отпуске? Укажите виды отпуска.
174	Легированные стали и сплавы	Каковы принципы маркировки сталей?
175	Легированные стали и сплавы	Какие современные технологии получения сталей Вы знаете?
176	Легированные стали и сплавы	Почему стали марок АС11, АС12НХ, АС40 называют автоматными? Какой индекс в марке указывает на технологию изготовления деталей?
177	Легированные стали и сплавы	Почему устойчивость стали к воздействию коррозионных сред повышается при введении в состав легирующих элементов?
178	Легированные стали и сплавы	Какие легирующие элементы Вы бы выбрали для получения коррозионно-стойких сталей?
179	Легированные стали и сплавы	Какие показатели сталей изменяются в лучшую сторону в процессе обработки, названной термическим улучшением?
180	Легированные стали и сплавы	Почему эффективными средами для термообработки сталей являются сжиженные газы?
181	Легированные стали и сплавы	Что необходимо предпринять для повышения износостойкости стальных деталей?
182	Легированные стали и сплавы	Почему в процессе термообработки изменяются размеры стальных деталей и они могут разрушиться?
183	Легированные стали и сплавы	Каковы критерии выбора сталей для изготовления режущего инструмента?
184	Легированные стали и сплавы	Каков, по Вашему мнению, механизм изнашивания режущих кромок инструмента для обработки металлов, сплавов?
185	Легированные стали и сплавы	Как в марке быстрорежущей стали указывают содержание легирующих элементов?
186	Легированные стали и сплавы	Какой легирующий элемент придает высокую износостойкость быстрорежущим сталям?
187	Легированные стали и сплавы	Почему целесообразна многостадийная, а не одностадийная термическая обработка режущего инструмента?
188	Легированные стали и сплавы	Каким образом замедляют процессы старения сталей, используемых для изготовления измерительного инструмента?
189	Легированные стали и сплавы	Можно ли изготавливать измерительный инструмент высокой точности из сплавов на основе меди, алюминия, титана?
190	Легированные стали и сплавы	Следует ли проводить термическую обработку матриц для штампов горячего деформирования по всему сечению матрицы?
191	Легированные стали и сплавы	Почему тяжело нагруженный инструмент изготавливают из сталей с повышенным содержанием вольфрама?
192	Легированные стали и сплавы	Как классифицируются легированные стали?
193	Легированные стали и сплавы	Как влияют легирующие элементы на прокаливаемость стали?
194	Цветные металлы и сплавы	Существуют ли принципиальные отличия у сплавов, полученных литьем и методами порошковой металлургии?
195	Цветные металлы и сплавы	Возможно ли механическое измельчение твердых тел до атомарного уровня?
196	Цветные металлы и сплавы	Каким методом, по Вашему мнению, можно получить порошки металлов с минимальными размерами частиц?
197	Цветные металлы и сплавы	Можно ли исключить операцию спекания из технологического цикла получения изделий из порошкообразных металлических материалов?
198	Цветные металлы и сплавы	Каким методом получают длинномерные изделия из порошковых материалов?
199	Цветные металлы и сплавы	Каковы основные преимущества композиционных материалов, полученных методом порошковой металлургии, по сравнению с литьем?
200	Цветные металлы и сплавы	Назовите характерные области применения спеченных материалов.
201	Цветные металлы и сплавы	Как Вы оцениваете перспективы развития порошковой металлургии в машиностроении?

202	Цветные металлы и сплавы	Назовите природные источники сырья для получения алюминия.
203	Цветные металлы и сплавы	Почему заводы по выплавке алюминия расположены в энергонасыщенных районах?
204	Цветные металлы и сплавы	В чем причина высокой коррозионной стойкости алюминия?
205	Цветные металлы и сплавы	Какими методами повышают пластичность алюминия?
206	Цветные металлы и сплавы	Каковы механизмы упрочнения сплавов алюминия термической обработкой?
207	Цветные металлы и сплавы	Почему силумины отличаются хорошими литейными свойствами?
208	Цветные металлы и сплавы	Почему алюминиевые антифрикционные сплавы предпочтительнее использовать в виде покрытий?
209	Цветные металлы и сплавы	Почему сплавы меди с цинком имеют более высокие механические и технологические свойства по сравнению с исходной медью?
210	Цветные металлы и сплавы	Назовите наиболее распространенные марки латуней.
211	Цветные металлы и сплавы	Почему латуни и бронзы некоторых марок характеризуются высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения?
212	Цветные металлы и сплавы	Но какой причине сплавы на основе меди ограниченно используют в качестве проводниковых материалов?
213	Цветные металлы и сплавы	Как можно повысить обрабатываемость меди режущим инструментом?
214	Цветные металлы и сплавы	Какие марки бронз Вам известны?
215	Цветные металлы и сплавы	Каков принцип маркировки медных сплавов?
216	Цветные металлы и сплавы	В чем причина более высокой по сравнению с железом температуры плавления тугоплавких металлов?
217	Цветные металлы и сплавы	Какие тугоплавкие металлы используют для получения геттеров?
218	Цветные металлы и сплавы	Как свойства титана зависят от содержания в нем примесей?
219	Цветные металлы и сплавы	Почему в составе сплава магний теряет свои пиррофорные свойства?
220	Цветные металлы и сплавы	Какие методы повышения коррозионной стойкости магния и сплавов на его основе Вы можете предложить?
221	Цветные металлы и сплавы	Почему сплавы типа баббитов имеют высокую износостойкость в сочетании с низким коэффициентом трения?
222	Цветные металлы и сплавы	В чем причина повышения износостойкости баббитовых вкладышей при уменьшении их толщины?
223	Цветные металлы и сплавы	Каковы основные достоинства бериллия как конструкционного материала?

Задания для самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Раздел дисциплины	Задания для самостоятельной работы
1	Железо и его сплавы	Начертите диаграмму железо-углерод в обоих вариантах: железо-цементит и железо-графит. Расставьте фазы, находящиеся в равновесии в разных областях.
2	Железо и его сплавы	Какие фазовые превращения происходят при медленном охлаждении (нагреве) сплавов системы железо-цементит, содержащих 0.3; 0.8; 1.2; 3.0; 5.0% углерода?

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
---	------	-------------	--------------------------------

1	ДПК-3	Способен использовать современные технологии в разработке проектов и программ развития организации	<p>Лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение. 2. Железоуглеродистые сплавы. Углеродистые стали. Чугун. 3. Термическая обработка стали. 4. Основные виды термической обработки стали. 5. Поверхностное упрочнение стальных изделий. 6. Легированные стали и сплавы. Классификация и маркировка легированных сталей. 7. Цветные металлы и сплавы. Порошковые материалы САСы и САПы. <p>Практические занятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кристаллизация солей металлов. 2. Испытание металлов на растяжение. Определение характеристик прочности и пластичности в соответствии с ГОСТ 1497-84. 3. Методы определения твердости металлов и сплавов. Испытания на твердость по Роквеллу. Испытания на твердость по Бринеллю. <p>Лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Макро- и микроструктурный анализ металлических сплавов. 2. Термическая обработка углеродистых сталей.
---	-------	--	---

Комплект типовых индивидуальных заданий

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	8	Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений
2	Диаграммы состояния металлических систем	8	Диаграммы состояния двойных сплавов
3	Легированные стали и сплавы	16	Выбор материала по требуемым свойствам
Итого:		32	

Содержание типовых заданий

1.2.1. Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений(СРС: 8)

Тематика: Провести индицирование кристаллографических плоскостей и направлений в соответствии с вариантом.

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы: Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений.doc

1.5.1. Диаграммы состояния двойных сплавов(СРС: 8)

Тематика: 1. Расшифровать диаграммы состояний (определение фаз и структурных составляющих в любых областях двойных диаграмм).

2. Научиться пользоваться правилом фаз и правилом отрезков при построении кривых охлаждения и определении количественного соотношения фаз для любых сплавов.
3. Определять процессы, происходящие на линиях диаграммы (ликвидус, солидус, эвтектическая линия, линия предельной растворимости и пр.), при охлаждении и нагревании сплава.

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы: Диаграммы состояния двойных сплавов.doc

1.8.1. Выбор материала по требуемым свойствам(СРС: 16)

Тематика: Выбор материала по требуемым свойствам. Работа со справочниками

Тип: Домашнее задание

Прикрепленные файлы: Выбор материала по требуемым свойствам.doc

Вопросы к промежуточной аттестации

«Материаловедение»

1. Зачет (4 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (4 семестр).doc

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а)основная литература:

1. Лукьянчук, А. В. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / А. В. Лукьянчук. — Хабаровск : ДВГУПС, 2020. — 192 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179429>

2. Материаловедение и технологии конструкционных материалов : учебник / О. А. Масанский, В. С. Казаков, А. М. Токмин [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2019. — 336 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157550>

3. Терешина, Н. П. Материаловедение, экспертиза и стандартизация : учебное пособие / Н. П. Терешина, И. А. Рахмянова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 86 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/175871>

4. Материаловедение : учебник / О. А. Масанский, А. А. Ковалева, Т. Р. Гильманшина [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2020. — 300 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/181640>

Литература из электронного каталога:

1. Гаврилюк В.С., Гольцов В.А., Матюнин В.М., Соколов В.С., Соколова Н.Х., Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов учебник для бакалавров : учебник для вузов по машиностроит. спец.. Юрайт, 2015. - 767 с.

б)дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006899-2, 200 экз. Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>

2. Основы современного материаловедения: Учебник / О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009335-2, 500 экз. Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=432594>

3. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат (МАТИ)) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010712-7 Электронный ресурс; режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=501197>

4. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров вузов по машиностроит спец. / Г.П. Фетисов [и др.]; под ред. Г.П.Фетисова; МАИ (Нац. исслед. ун-т). - Изд. 7-е, перераб. и доп.-Электрон. текстовые и граф. дан. - М.: Юрайт, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). - (Бакалавр:Базовый курс) (Электронные книги изд-ва "Юрайт"). - Электронный аналог печатного издания. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-9916-3327-7. Электронный ресурс; режим доступа <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/993>

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	http://znanium.com
ООО "Издательство Лань"	
Электронная библиотечная система ООО	e.lanbook.com

"Издательство Лань".	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	http://elsau.ru
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	http://elibrary.ru
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт".	http://text.rucont.ru
ООО "ИВИС"	
ООО "ИВИС".	http://ivis.ru
ООО "Интегратор авторского права"	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	http://www.iqlib.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	http://dvs.rsl.ru
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	http://archive.neicon.ru
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	http://link.springer.com/
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	http://www.tandfonline.com/
База данных GreenFile компании EBSCO.	http://www.greeninfoonline.com .
Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"	
American Physical Society American Mathematical Society	http://publish.aps.org/ http://www.ams.org/mathscinet/index.html
ФГБУ "ГПНТБ России"	
База данных Web of Science (правообладатель -	www.webofscience.com

Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	
База данных Scopus издательства Elsevier.	http://scopus.com
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	http://link.springer.com/ http://www.nature.com/
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД MathSciNet via EBSCOhost.	http://search.ebscohost.com
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	http://www.sciencedirect.com http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct
РФФИ	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	http://pubs.acs.org .

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

Лекции:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины (РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.
- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях. Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

Семинарские занятия:

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й – закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

Подготовка к зачётам и экзаменам:

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачету обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

Методические рекомендации к заданиям:

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

1.1. Комплект электронных презентационных материалов (слайдов).

1.2. Аудитория для чтения поточных лекций, оборудованная компьютером и проецирующим устройством (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия:

2.1. Аудитория для проведения практических занятий для общего профессионального цикла дисциплин, оборудованная компьютером, экраном и проецирующим устройством.

2.2. Электрические лабораторные печи марки СНОЛ- 1,6.2,5.1/9-ИЗ.

2.3. Коллекция микроструктур, изучаемых конструкционных и инструментальных материалов, растворы солей.

2.4. Мерительный инструмент, твердомеры, металлографические и биологические микроскопы, муфельные печи, шлифовально-полировальное оборудование для приготовления шлифов.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Материаловедение является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) ЭиУ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-3.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением основ создания и технологическими свойствами металлических материалов

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), практические (8 часов), лабораторные (8 часов) занятия и (38 часов) самостоятельной работы студента.

Прикрепленные файлы

Макро- и микроструктурный анализ металлических сплавов.doc

Блок №1 Материаловедение

Раздел №2 Атомно-кристаллическое строение твердых тел

Лабораторная работа №1 Макро- и микроструктурный анализ

металлических сплавов

Аудиторная загрузка(объем часов): 4

Самостоятельная работа студентов(объем часов): 1

Форма организации: Лабораторная работа

Дидактические единицы:

4 Атомно-кристаллическое строение

5 Кристаллография

6 Дефекты кристаллов

Образовательные технологии:

Описание: Освоить методы макроскопического и микроскопического анализа при изучении макро- и микроструктуры. Освоить работу на металлографическом микроскопе.

Содержание:

Вопросы самоконтроля:

Макроструктура:

1. Что такое макроструктура?
2. Какими способами изучают макроструктуру?
3. Для каких целей применяют анализ макроструктуры?
4. Как выявляют макроструктуру?
5. Как выявить ликвацию серы в стали?
6. Как выявить ликвацию фосфора в стали?
7. Что такое ликвация? Виды ликвации?
8. Как выявить дендритную структуру в литых образцах?
9. Какие бывают изломы?
10. Назвать характерные признаки хрупкого и вязкого изломов.
11. Каков механизм усталостного разрушения?

Микроструктура:

1. Что такое микроструктура?
2. Какими способами изучают микроструктуру?
3. Для каких целей применяют анализ микроструктуры?
4. Как выявляют микроструктуру?
5. Какие неметаллические включения типичны для стали?

6. Для чего проводят глубокое и поверхностное травление?
7. Каким образом определяют общую химическую неоднородность?
8. Какие задачи можно решать с помощью микроанализа?
9. Как приготовить микрошлиф?
10. В чем заключается механизм выявления структуры при травлении?
11. Что такое разрешающая способность микроскопа?
12. Какое изображение дает объектив и окуляр?
13. В чем заключается метод «секущей»? Что определяют с помощью этого метода?

Аудиторная загрузка(объем часов): 4

Самостоятельная работа студентов(объем часов): 1

Форма организации: Лабораторная работа

Дидактические единицы:

20 Термическая обработка

21 Виды термической обработки

22 Поверхностное упрочнение

Образовательные технологии:

Описание: Изучение влияния температуры нагрева, скорости охлаждения при закалке и температурно-временных режимов отпуска на твердость закалённых углеродистых сталей, ознакомление с различными видами термической обработки - нормализацией, закалкой и отпуском углеродистых сталей, определение оптимальной температуры закалки углеродистых сталей СТ45 и У12.

Содержание:

Вопросы самоконтроля:

1. Что такое термическая обработка?
2. В чем заключается закалка сталей?
3. Что понимают под оптимальной температурой закалки сталей?
4. Что такое полная и неполная закалка сталей?
5. Какая структура возникает при полной закалке углеродистых сталей?
6. Что такое перлит, сорбит и тростит?
7. Что понимают под отпуском сталей?
8. Что такое низкий и высокий отпуск сталей?
9. Какие структуры образуются при отпуске мартенсита?
10. Что такое нормализация сталей?
11. Что понимают под отжигом сталей?

Промежуточная аттестация №1

Зачет с оценкой (5 семестр)

Семестр: 5

Вид контроля: Зо

Вопросы:

1. Охарактеризуйте типы атомных связей.
2. Для каких веществ основным является ионный тип связи?
3. Для каких веществ основным является ковалентный тип связи?
4. Для каких веществ основным является металлический тип связи?
5. В каком случае следует учитывать силы Ван-дер-Ваальса?
6. В чем различие между кристаллическим и аморфным строением?
7. Какие типы связей характерны для кристаллического и аморфного строения?
8. Какое состояние вещества — кристаллическое или аморфное — является более равновесным?
9. Дайте определение кристаллической решетки и кристаллической ячейки. Назовите известные вам типы кристаллических решеток.
10. Что называется полиморфизмом (полиморфным превращением)?
11. Что такое анизотропия? Чем объясняется анизотропия кристаллов?
12. Что называется степенью переохлаждения? Как она зависит от скорости охлаждения при кристаллизации металлов?
13. Объясните влияние степени переохлаждения на структуру литого металла.
14. Что называется модифицированием? Какова его цель?
15. В чем отличия в строении идеального и реального металлов?
16. Какие дефекты характерны для реального строения металлов? Укажите их влияние на свойства.
17. Дайте определение компонента, фазы, структуры.
18. Перечислите типы соединений, образующих структуры сплавов. Охарактеризуйте каждый тип.
19. Какую информацию о сплавах дают диаграммы состояния? Как их строят?
20. Что такое ликвация? Какие виды ликвации вам известны? Чем они вызваны?
21. Что такое конода? Как определить фазовый состав сплава, химический состав и вес фаз?
22. Охарактеризуйте зависимость между типом диаграммы состояния и свойствами сплавов.
23. Какие методы упрочнения сплавов вам известны? Охарактеризуйте их.
24. Что такое перекристаллизация? Как меняется структура и свойства сплавов при перекристаллизации?
25. Что такое дисперсионное твердение? Как меняется структура и свойства сплавов в результате дисперсионного твердения?
26. Что такое наклеп? Как меняется структура и свойства металлов при наклепе?
27. Что называется рекристаллизацией? По какой формуле определяется температура рекристаллизации?
28. Какая пластическая деформация называется холодной (горячей)? Какая деформация сопровождается упрочнением?
29. Что такое термическая обработка? Назовите основные виды термической обработки.
30. Какие превращения протекают в сталях при нагреве?

31. Как влияет рост зерна аустенита на механические свойства сталей?
32. Нарисуйте диаграмму изотермического превращения аустенита.
33. Какое основное превращение происходит в сталях при медленном охлаждении? Назовите процессы, протекающие при этом превращении, и охарактеризуйте их.
34. Рассмотрите перлитное превращение; назовите три стадии этого превращения. Что изменится при повышении скорости охлаждения?
35. Что такое сорбит и троостит? Чем они отличаются от перлита по строению и свойствам?
36. Рассмотрите мартенситное превращение. В чем состоит его принципиальное отличие от перлитного превращения?
37. Что такое мартенсит, какие он имеет строение и свойства?
38. Что такое критическая скорость заковки?
39. Что такое остаточный аустенит? Почему он сохраняется в структуре при заковке некоторых сталей, его влияние на свойства и как его устранить?
40. Что такое отжиг, каковы его цель и назначение в промышленности?
41. Установите температуру отжига для заготовок из сталей, содержащих 0,4% углерода и 1,0% углерода. Какую структуру и твердость приобретают эти стали после отжига?
42. Какие разновидности отжига вы знаете? Каково их назначение?
43. Какие превращения протекают в железе при нагреве и охлаждении?
44. Какие фазы образуются в системе «железо — цементит»?
45. Назовите характерные структуры, образующиеся в железоуглеродистых сплавах.
46. Что показывают линии *ECF*, *PSK*, *CD*, *SE* и *QP* диаграммы «железо — цементит»?
47. Какие группы сплавов можно выделить в системе «железо — цементит», в чем состоят структурные отличия технически чистого железа, сталей и чугунов?
48. Что такое графитизация? Как образуется графит в структуре чугунов?
49. Что такое заковка? Каковы ее цель и назначение в промышленности?
50. Как устанавливается температура заковки? Какую структуру приобретают доэвтектоидные и заэвтектоидные стали после заковки?
51. Что такое закаливаемость и прокаливаемость сталей?
52. Какие разновидности заковки вы знаете и каково их назначение в промышленности?
53. Что такое отпуск и какова его цель? Рассмотрите превращения в закаленных сталях при нагреве.
54. Какие разновидности отпуска вы знаете? Какие структуры и свойства приобретают закаленные стали после разного отпуска и каково его назначение в промышленности?
55. Что такое улучшение, каково его назначение в промышленности? Какие стали применяют для изготовления деталей машин, подвергаемых улучшению?
56. Что такое нормализация, каково ее назначение в промышленности?
57. Что такое химико-термическая обработка? Назовите виды ХТО, наиболее широко применяемые в промышленности.
58. Что называется цементацией? Как выбираются режимы этой обработки?
59. Какие стали подвергают цементации?
60. Какая термическая обработка проводится после цементации и какова ее цель? Какие структура и свойства формируются в результате цементации и последующей термической обработки в поверхности и сердцевине детали?
61. Что такое азотирование и какова технология его проведения?
62. Стали, применяемые для азотирования; назначение азотирования в промышленности.
63. За счет чего формируются структура и свойства поверхностного слоя изделий при азотировании?
64. С какой целью выполняется термическая обработка до азотирования и какая после?
65. Что такое нитроцементация и цианирование? С какой целью они выполняются и в чем состоит их принципиальное различие?

66. Почему при всех видах химико-термической обработки повышается предел выносливости?
67. Что представляет собой закалка ТВЧ, с какой целью она производится?
68. Каковы преимущества и недостатки закалки с индукционным нагревом токами высокой частоты?
69. Какой отпуск проводится после закалки ТВЧ, какие структура и свойства формируются после такой обработки по сечению изделия?
70. Что называют легированными сталями и легирующими компонентами?

Типовое задание №1 Индицирование кристаллографических плоскостей и направлений

Тип: Домашнее задание

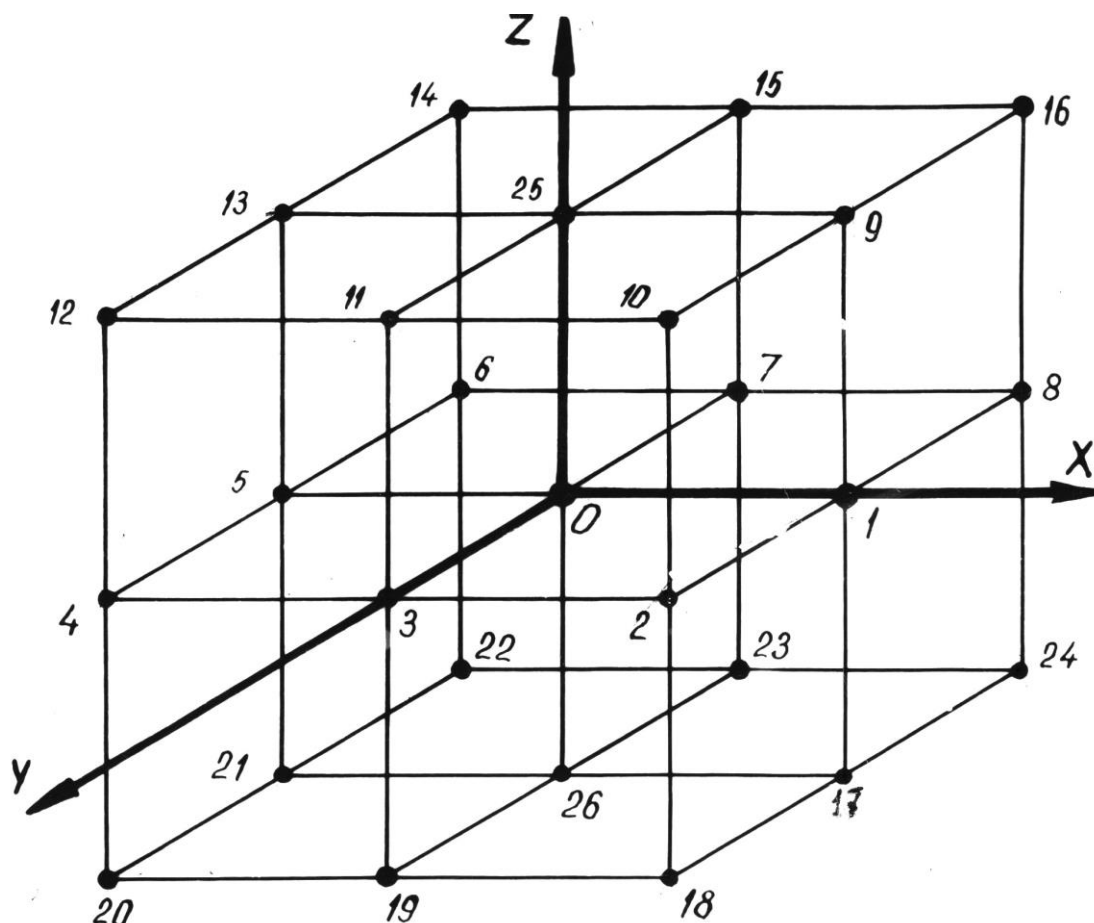
Трудоемкость(объем часов): 6

Тематика: Провести индицирование кристаллографических плоскостей и направлений в соответствии с вариантом.

Типовые варианты:

ИНДИЦИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ПЛОСКОСТЕЙ И НАПРАВЛЕНИЙ

Группа _____ Ф.И.О. _____



Плоскости:

вариант 1) 14-15-7-6; 13-15-0; 15-16-19-18; 3-1-26; 4-5-18-17; 13-15-17-19

вариант 2) 5-7-17-19; 7-8-18-19; 23-0-8; 3-1-9-11; 25-26-16-24; 5-6-17-24

вариант 3) 3-15-2; 3-5-19-21; 22-26-0-6; 12-14-18-24; 21-7-26; 24-1-5-22

вариант 4) 12-10-16-14; 11-25-18-17; 6-22-1-17; 7-25-6; 15-26-17; 2-3-23-24

вариант 5) 5-14-16-1; 11-9-17-19; 1-7-16; 4-3-25-13; 5-17-18; 6-1-17-22

вариант 6) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-23-17-1; 7-15-16-8; 25-23-17; 16-23-17
вариант 7) 15-9-17-23; 8-17-21-6; 14-21-23; 3-2-19-18; 10-7-2; 11-9-26
вариант 8) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-1-23-17; 7-15-16-8; 13-15-2; 19-23-18
вариант 9) 13-14-15-25; 13-15-0; 5-3-19-21; 4-5-21-20; 22-6-17; 7-2-24
вариант 10) 13-14-15-25; 13-15-0; 5-3-19-21; 4-5-21-20; 6-21-17; 25-15-23-26
вариант 11) 6-5-0-7; 2-3-23-24; 3-1-26; 0-8-24-26; 6-7-19-20; 16-19-21
вариант 12) 13-15-7-5; 23-17-9; 0-21-19; 22-21-23-26; 5-14-15; 12-13-2-1
вариант 13) 0-21-23; 1-2-10-9; 7-23-17-1; 7-15-16-8; 23-25-13-22; 16-23-18
вариант 14) 13-15-7-5; 12-23-17; 0-21-19; 22-21-23-26; 13-15-17-19; 3-2-23
вариант 15) 12-10-16-14; 11-25-18-17; 6-22-1-17; 7-25-16; 6-20-18-8; 15-20-18
вариант 16) 15-23-24-16; 14-24-20; 0-2-18-26; 20-25-26; 12-9-15; 7-6-19-20
вариант 17) 25-3-1; 3-2-18-19; 25-11-10-9; 26-17-18-19; 7-26-17; 12-13-26-19
вариант 18) 15-16-2-3; 15-9-7-1; 5-19-23; 5-6-17-24; 15-0-8; 21-17-8-6
вариант 19) 7-24-18-19; 4-0-26-20; 25-19-17; 6-19-24; 5-26-22; 15-9-17-23
вариант 20) 2-3-1-0; 3-8-18; 7-2-19; 1-8-21-22; 3-11-14-6; 14-5-7
вариант 21) 14-13-25-15; 25-7-1; 9-8-13-6; 0-23-21; 5-7-17-19; 8-4-26
вариант 22) 5-7-23-21; 23-17-0; 26-5-3; 2-23-21; 15-14-19-20; 13-15-17-19
вариант 23) 26-19-18-17; 13-15-5-7; 14-7-5; 15-9-24; 16-22-18; 7-19-18
вариант 24) 25-17-19; 7-23-1-17; 7-1-26; 5-6-17-24; 15-19-21; 15-9-19-21
вариант 25) 5-3-19-21; 21-19-7-1; 8-18-26; 7-1-17-23; 3-2-24-23; 6-1-21
вариант 26) 5-6-7-0; 10-25-0-2; 9-0-2; 3-5-23-17; 7-17-23; 19-18-15-16
вариант 27) 23-7-0-26; 14-22-17-9; 7-8-17-26; 5-22-26; 15-3-4-14; 14-3-8
вариант 28) 7-1-17-23; 8-19-21; 6-23-21; 5-19-23; 19-2-8; 14-15-19-20
вариант 29) 5-19-26; 0-8-24-26; 15-2-4; 14-1-3; 15-5-1; 16-2-6
вариант 30) 26-7-1; 22-5-7; 5-3-19-21; 26-5-7; 7-18-20; 5-17-23

Направления:

вариант 1) 0-8; 1-17; 6-26; 6-7; 19-3; 5-26
вариант 2) 14-25; 15-1; 25-17; 0-22; 7-19; 23-25
вариант 3) 0-3; 3-24; 24-26; 26-2; 20-5; 14-26
вариант 4) 1-18; 2-7; 7-5; 5-19; 21-0; 25-18
вариант 5) 22-3; 11-3; 0-15; 16-0; 2-7; 1-5
вариант 6) 18-19; 3-26; 1-18; 0-6; 3-22; 5-21
вариант 7) 18-0; 8-1; 25-9; 15-23; 7-26; 22-5
вариант 8) 4-0; 11-5; 0-18; 15-22; 1-24; 19-17
вариант 9) 21-20; 4-5; 5-7; 13-1; 0-23; 8-18
вариант 10) 13-14; 12-25; 5-15; 12-26; 15-16; 11-9
вариант 11) 6-25; 15-21; 16-8; 7-5; 15-1; 15-17
вариант 12) 24-17; 4-10; 8-25; 16-26; 21-26; 8-0
вариант 13) 0-16; 25-21; 3-2; 1-3; 9-7; 25-23
вариант 14) 20-4; 22-26; 8-26; 25-14; 6-5; 13-15
вариант 15) 17-7; 11-17; 11-3; 24-26; 11-5; 25-19
вариант 16) 9-25; 13-0; 0-24; 9-23; 25-11; 17-23
вариант 17) 1-23; 9-19; 19-26; 4-11; 6-26; 11-21
вариант 18) 26-17; 21-19; 0-22; 8-13; 22-23; 11-2
вариант 19) 5-23; 8-21; 22-21; 0-9; 7-21; 24-5
вариант 20) 20-19; 9-8; 13-3; 9-6; 11-10; 17-8
вариант 21) 12-0; 9-4; 11-12; 26-7; 4-25; 1-14
вариант 22) 4-5; 5-22; 3-21; 1-12; 4-20; 0-13
вариант 23) 14-18; 1-22; 20-8; 25-16; 0-26
вариант 24) 1-9; 10-23; 7-5; 26-14; 3-8
вариант 25) 5-3; 19-7; 19-8; 15-17; 24-4
вариант 26) 3-8; 22-20; 19-16; 5-23; 2-15

вариант 27) 1-8; 18-23; 19-15; 4- 19; 3-7
вариант 28) 9-0; 10- 15; 11-14; 1-22; 21-18
вариант 29) 2-3; 2-7; 2-18; 2-13; 2-16
вариант 30) 4-25; 4-1; 4-14; 4-16; 4-15

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение кристаллического вещества?
2. Дайте определение кристаллической решетки?
3. Дайте определение кристаллической структуры?
4. Назовите основные свойства кристаллических тел и поясните, на чем они основаны?
5. Что такое ряд в кристаллической решетке?
6. Объясните, что такое элементарная ячейка вещества?
7. Дайте определение символа узла?
8. Дайте определение символа плоскости, индекса плоскости? Объясните, что такое структурно-эквивалентные плоскости, как записать их символы в кубической ячейке?
9. Дайте определение символа направления, его записи?
10. Какие направления входят в семейство структурно-эквивалентных направлений (как различаются, их индексы для кубической ячейки)?
11. Укажите, какие индексы можно менять в семействе структурно-эквивалентных плоскостей в гексагональной ячейке?
12. Объясните записи (110) , $\{110\}$?
13. Дайте определение оси зоны?
14. Объясните записи: $[110]$, $\langle 110 \rangle$?

Блок №1 Материаловедение

Раздел №5 Диаграммы состояния металлических систем

Типовое задание №1 Диаграммы состояния двойных сплавов

Тип: Домашнее задание

Трудоемкость(объем часов): 8

Тематика: 1. Расшифровать диаграммы состояний (определение фаз и структурных составляющих в любых областях двойных диаграмм).

2. Научиться пользоваться правилом фаз и правилом отрезков при построении кривых охлаждения и определении количественного соотношения фаз для любых сплавов.

3. Определять процессы, происходящие на линиях диаграммы (ликвидус, солидус, эвтектическая линия, линия предельной растворимости и пр.), при охлаждении и нагревании сплава.

Типовые варианты:

ВАРИАНТ № 1

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 5, b_0 = 85 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 15\%, 30\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 2

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 30, b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 3

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$30\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 4

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 5

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 60%, 100% В

ВАРИАНТ № 6

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 20%, 40%, 70% В

ВАРИАНТ № 7

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 60%, 100% В

ВАРИАНТ № 8

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 9

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, b_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 70% В

ВАРИАНТ № 10

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{50} = \alpha_{20} + \beta_{70}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, b_0 = 70 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

0%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 11

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$J_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0=10, v_0=80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$30\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 12

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{60} = \alpha_{30} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0=10, v_0=90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 13

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = A + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$v_0=85 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 14

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{60} = \alpha_{30} + B$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0=30$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 20\%, 40\%, 70\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 15

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{40} = \alpha_{20} + \beta_{80}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0=10, v_0=90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$15\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 16

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{50} = A + B$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 30\%, 50\%, 80\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 17

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$Ж_{30} + \beta_{80} = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0=20, v_0=90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$40\%, 60\%, 70\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 18

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{20} + \beta_{80} = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, v_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 30\%, 60\%, 80\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 19

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + \beta_{80} = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 60, v_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$40\%, 60\%, 70\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 20

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + B = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$10\%, 30\%, 50\%, 80\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 21

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{80} + \alpha_{30} = \beta_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, v_0 = 70 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$20\%, 50\%, 70\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 22

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{80} + A = \beta_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$v_0 = 80 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$0\%, 30\%, 60\%, 80\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 23

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{40} + \beta_{70} = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 20, v_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$40\%, 60\%, 80\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 24

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\mathcal{J}_{30} + B = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=20 \text{ В\%}$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

10%, 30%, 50%, 80% В

ВАРИАНТ № 25

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{30} + \beta_{70} = \alpha_{35}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=20$, $b_0=90 \text{ В\%}$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

25%, 50%, 80%, 100% В

ВАРИАНТ № 26

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{40} + \beta_{80} = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=20$, $b_0=90 \text{ В\%}$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

40%, 60%, 80%, 100% В

ВАРИАНТ № 27

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{20} + \beta_{70} = \alpha_{30}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=20$, $b_0=90 \text{ В\%}$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

20%, 40%, 70%, 100% В

ВАРИАНТ № 28

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{40} + B = \alpha_{50}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=30$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

40%, 50%, 75%, 100% В

ВАРИАНТ № 29

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{50} + B = \alpha_{60}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=30$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 60%, 80%, 100% В

ВАРИАНТ № 30

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию

$$\beta_{30} + \beta_{70} = \alpha_{40}$$

Растворимость фаз при комнатной температуре:

$a_0=20$, $b_0=90 \text{ В\%}$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

30%, 40%, 65%, 100% В

ВАРИАНТ № 31

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию



Растворимость фаз при комнатной температуре:

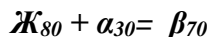
$$a_0 = 20, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$20\%, 50\%, 70\%, 100\% \text{ В}$$

ВАРИАНТ № 32

Построить двойную диаграмму состояния по данному трехфазному равновесию



Растворимость фаз при комнатной температуре:

$$a_0 = 10, \quad b_0 = 90 \text{ В\%}$$

Построить кривые охлаждения, нарисовать структуру и определить соотношение фазовых и структурных составляющих для сплавов:

$$15\%, 40\%, 60\%, 100\% \text{ В}$$

Вопросы самоконтроля:

1. Что означает проекция точки пересечения коноды с линией солидуса на ось концентраций?
2. Что означает проекция точки пересечения коноды с линией ликвидуса на ось концентраций?
3. Конода разделена точкой, показывающей состав сплава на два отрезка. Отрезок прилегающий к линии ликвидуса вдвое длиннее. Каков процент жидкой фазы в сплаве?
4. Конода разделена точкой, показывающей состав сплава на два отрезка. Отрезок прилегающий к линии ликвидуса вдвое длиннее. Каков процент твердой фазы в сплаве?
5. На какой линии лежит точка, соответствующая концу равновесной кристаллизации сплава?
6. Сколько фаз находятся в равновесии при первичной кристаллизации двухкомпонентного сплава не эвтектического состава?
7. Как называется разница между температурой плавления и кристаллизации металла?
8. Из каких фаз состоит структура сплава, содержащего 30 % компонента А в области первичной кристаллизации?
9. Каким образом изменяется состав твердой фазы при кристаллизации сплава, содержащего 60 % компонента В?
10. Сплав с какой структурой будет иметь минимальную температуру плавления?
11. Как называется способность твердого тела существовать в нескольких кристаллических структурах?
12. По какой линии изменяется состав жидкой фазы в процессе кристаллизации?
13. По какому правилу определяется состав фаз?
14. По какому правилу определяется количество фаз, находящихся в равновесии?
15. В каких координатах строят кривые охлаждения сплавов?
16. Как называется переход металла из жидкого или парообразного состояния в твердое с образованием кристаллической структуры?

17. Как называется группа химических элементов, обладающих в области низких температур явлением сверхпроводимости?

18. Как называется линия диаграммы состояния на которой лежат точки, соответствующие началу равновесной кристаллизации сплава?

19. Что называют зерном металла?

Блок №1 Материаловедение

Раздел №8 Легированные стали и сплавы

Типовое задание №1 Выбор материала и упрочняющей обработки деталей машин и инструмента

Тип: Домашнее задание

Трудоемкость(объем часов): 12

Тематика: Работа над заданием позволит лучше ориентироваться в выборе сталей различного назначения и обоснованном определении оптимальных режимов их термической обработки:

1. Провести анализ условий работы детали или инструмента. Исходя из этого, сформулировать требования, предъявляемые к материалу.
2. Дать характеристику предложенной стали: химический состав по ГОСТу, критические точки, цель введения легирующих элементов.
3. Назначить и обосновать режимы термической обработки детали или инструмента для получения требуемых по условиям работы свойств (температура аустенитизации, охлаждающая среда, температура отпуска и т.д.).
4. Описать микроструктуру и привести механические свойства стали после окончательной термической обработки.
5. Привести другие марки сталей, из которых может быть изготовлена указанная деталь или инструмент и кратко описать их термическую обработку.

Типовые варианты:

Вариант 1

Ходовой винт токарного станка изготовлен из стали 9ХВГ.

Вариант 2

Фрезы для резки деревообработки изготовлены из стали 9ХС.

Вариант 3

Длинный стержневой инструмент с поперечным сечением до 35 мм изготовлен из стали ХВСГ.

Вариант 4

Отрезные и резьбовые резцы токарного станка и сверла изготовлены из стали Р6М5.

Вариант 5

Резцы обдирочные металлообрабатывающего станка изготовлены из стали Р9.

Вариант 6

Вытяжные штампы для холодной обработки давлением металла изготовлены из стали ХВГ.

Вариант 7

Крупные штампы сложной формы для холодной обработки металла давлением изготовлены из стали Х12М.

Вариант 8

Молотовые штампы для горячей обработки металла давлением изготовлены из стали 5ХНМ.

Вариант 9

Штампы для горячей высадки металла изготовлены из стали 3Х2В8Ф.

Вариант 10

Молотовые штампы для горячей обработки металла давлением изготовлены из стали 5ХНВС.

Вариант 11

Прессформы для литья под давлением цветных сплавов изготовлены из стали 4Х5В2ФС.

Вариант 12

Для армирования железобетонных конструкций применены прутки из стали 25Г2С.

Вариант 13

Шарики, ролики и кольца подшипников изготовлены из стали 95Х18.

Вариант 14

Валик водяного насоса двигателя внутреннего сгорания изготовлен из стали 12Х13.

Вариант 15

Поршневые пальцы двигателя внутреннего сгорания изготовлены из стали 12ХНЗА.

Вариант 16

Рессоры грузовых автомобилей изготовлены из стали 60С2.

Вариант 17

Крестовина карданного вала автомобиля изготовлена из стали 15Х.

Вариант 18

Шестерни коробки скоростей металлорежущих станков изготовлены из стали 40ХН.

Вариант 19

Траки гусеничных машин изготовлены из стали 110Г13Л.

Вариант 20

Лопасты гидротурбин и гидронасосов электростанций изготовлены из стали 12Х18Н9Т.

Вариант 21

Выпускные клапаны автомобильных двигателей изготовлены из стали 40Х9С2.

Вариант 22

Шатуны тракторных двигателей изготовлены из стали 40ХН2МА.

Вариант 23

Кольца шарикоподшипников изготовлены из стали ШХ15СГ.

Вариант 24

Рессоры легкового автомобиля изготовлены из стали 50ХГФА.

Вариант 25

Тяжело нагруженные пружины ответственного назначения изготовлены из стали 70СЗА.

Вариант 26

Червяк рулевого управления автомобиля изготовлен из стали АС30ХМ.

Вариант 27

Торсионные валы сечением до 100 мм изготовлены из стали 45ХН2МФА.

Вариант 28

Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 45ХН.

Вариант 29

Зубчатые колеса коробок перемены передач автомобилей изготовлены из стали 18ХГТ.

Вариант 30

Гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 38Х2МЮА.

Вариант 31

Полуоси легковых автомобилей изготовлены из стали 45 Г.

Вариант 32

Червяк привода спидометра изготовлен из стали 20ХНЗА.

Вариант 33

Шестерни коробки передач автомобиля изготовлены из стали 18ХГТ.

Вариант 34

Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 18Х2Н4ВА.

Вариант 35

Пружины крупных прессов и станков изготовлены из стали 50ХГА.

Вариант 36

Емкости и трубопроводы, используемые в химической промышленности, изготовлены из стали 08Х18Н10.

Вариант 37

Шарики, ролики и кольца подшипников изготовлены из стали 12ХНЗА.

Вариант 38

Диски плугов, лущильников сельскохозяйственных машин изготовлены из стали 70Г.

Вариант 39

Кольца диаметром 200...250 мм крупногабаритных подшипников изготовлены из стали 20Х2Н4А.

Вариант 40

Зубчатые колеса главной передачи трансмиссии автомобиля ЗИЛ изготовлены из стали 20ХН2М.

Вариант 41

Цилиндрические и конические зубчатые колеса редуктора заднего моста грузовых автомобилей изготовлены из стали 30ХГТ.

Вариант 42

Зубчатое колесо включения переднего моста полноприводного автомобиля УАЗ изготовлено из стали 25ХГМ.

Вариант 43

Кулаки шарнира переднего ведущего моста автомобилей ГАЗ изготовлены из стали 27ХГР.

Вариант 44

Карданные валы автомобилей изготовлены из стали 40Г2.

Вариант 45

Рычаг переключения передач автомобиля изготовлен из стали 40ХС.

Вариант 46

Полуоси ведущих мостов автомобилей ЗИЛ изготовлены из стали 40ХГТР.

Вариант 47

Промежуточная шестерня заднего хода коробки перемены передач автомобиля изготовлена из стали АС19ХГН.

Вариант 48

Зубчатые колеса коробки перемены передач автомобиля ВАЗ изготовлены из стали АЦ20ХГНМ.

Вариант 49

Запорные иглы поплавковой камеры карбюратора изготовлены из стали 30Х13.

Вариант 50

Хирургический инструмент (скальпель и др.) изготовлен из стали 40Х13.