

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

Оценочные материалы по дисциплине

Б.1.1.23 «Материаловедение»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

профиль

«Технология машиностроения»

Энгельс 2023

1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «*Материаловедение*» должны сформироваться компетенции: УК-1, УК-2

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-5 _{УК-1} Знает и понимает основы физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации зависимость между составом, строением и свойствами материалов в рамках системного подхода для решения поставленных задач	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: структуру, свойства, строение и классификацию различных современных материалов, способы их обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. д.), их влияние на структуру.</p> <p>Умеет: проводить микро- и макроскопические методы анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбирать способы изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; различать маркировку различных материалов.</p> <p>Владеет/имеет навыками проведения микро- и макроскопического методов анализа и синтеза изделий из различных материалов;</p>

	выбора способов изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; определения процентного соотношения химических элементов в материале по его маркировке
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени структуру, свойства, строение и классификацию различных современных материалов, способы их обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. д.), их влияние на структуру.</p> <p>Умеет: в достаточной степени проводить микро- и макроскопический методы анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбирать способы изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; различать маркировку различных материалов.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт в достаточной степени проведения микро- и макроскопического методов анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбора способов изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; определения процентного соотношения химических элементов в материале по его маркировке</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: частично структуру, свойства, строение и классификацию различных современных материалов, способы их обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. д.), их влияние на структуру.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне проводить микро- и макроскопический методы анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбирать способы изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; различать маркировку различных материалов</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на минимально приемлемом уровне проведения микро- и макроскопического методов анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбора способов изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; определения процентного соотношения химических элементов в материале по его маркировке</p>

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
--	---	---

ИД-8 _{УК-2} Способен определять границы применимости различных материалов в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их обработки, исходя из физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделий	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания
--	--	--

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: марки конструкционных и инструментальных материалов. основные технологические свойства конструкционных и инструментальных материалов, виды и методы термической обработки конструкционных материалов.</p> <p>Умеет: разрабатывать предложение, по изменению марки материала учитывая работу детали в узле, его механические свойства, технологичность, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий профессиональной деятельности; выбирать марку материала учитывая работу детали в узле. проводить качественную и количественную оценку технологичности применяемого материала деталей машиностроения; определять вид, метод и способ термической обработки материала в зависимости от его физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделия; разрабатывать технологические маршруты термической обработки материалов.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: навыками определения технологических свойств марок материалов заготовки, обеспечивающих экономичность, технологичность и качество проектируемой детали и заготовки; навыками назначения вида и метода термической обработки материалов.</p>
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени основные марки конструкционных и инструментальных материалов. основные технологические свойства конструкционных и инструментальных материалов, виды и методы термической обработки конструкционных материалов.</p> <p>Умеет: в достаточной степени давать предложение, по изменению марки материала учитывая работу детали в узле, его механические свойства, технологичность, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий профессиональной деятельности; выбирать марку материала учитывая работу детали в узле. проводить качественную и количественную оценку технологичности применяемого материала деталей машиностроения; определять вид, метод и способ термической обработки материала в зависимости от его физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделия; разрабатывать технологические маршруты термической обработки материалов.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на достаточном уровне навыками</p>

	определения технологических свойств марок материалов заготовки, обеспечивающих экономичность, технологичность и качество проектируемой детали и заготовки; навыками назначения вида и метода термической обработки материалов.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: частично основные марки конструкционных и инструментальных материалов. основные технологические свойства конструкционных и инструментальных материалов, виды и методы термической обработки конструкционных материалов.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне давать предложения, по изменению марки материала учитывая работу детали в узле, его механические свойства, технологичность, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий профессиональной деятельности; выбирать марку материала учитывая работу детали в узле. проводить качественную и количественную оценку технологичности применяемого материала деталей машиностроения; определять вид, метод и способ термической обработки материала в зависимости от его физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделия; разрабатывать технологические маршруты термической обработки материалов.</p> <p>Владеет/имеет практический опыт: на минимально приемлемом уровне навыками определения технологических свойств марок материалов заготовки, обеспечивающих экономичность, технологичность и качество проектируемой детали и заготовки; навыками назначения вида и метода термической обработки материалов.</p>

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля¹

Вопросы для устного опроса

Тема 1. Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов и сплавов.

Типы кристаллических структур, их характеристика.

Дефекты атомно-кристаллического строения.

Кривая Одингга.

Тема 2. Кристаллизации металлов.

Термодинамические основы самопроизвольной первичной кристаллизации.

Размер кристаллов.

Не самопроизвольная первичная кристаллизация.

¹ Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

Основы модифицирования, модификаторы тугоплавкие и поверхностно активные.

Вторичная кристаллизация.

Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.

Механизм холодной пластической деформации.

Пластическая деформация в металлах.

Влияние на свойства пластической деформации.

Возврат металла.

Отдых металла.

Полигонизация.

Рекристаллизация первичная и вторичная.

Диаграммы рекристаллизации

Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.

Гетерогенные структуры.

Химические соединения и их разновидности.

Твердые растворы.

Растворы на основе одной из компонент.

Ограниченные и неограниченные твердые растворы.

Твердые растворы на основе химических соединений.

Упорядоченные твердые растворы.

Методы построения диаграмм состояния.

Методы анализа диаграмм состояния (правило фаз, правило концентраций) на примере диаграммы состояния для случая неограниченной растворимости компонент в твердом состоянии.

Анализ диаграмм состояния двойных сплавов: для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии; для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии и для случая образования устойчивых промежуточных соединений.

Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.

Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом.

Анализ диаграммы состояния железо – цементит.

Диаграмма состояния сплавов железо – графит.

Процессы графитизации.

Классификация сплавов.

Стали и чугуны.

Структура, свойства и применяемость белых, отбеленных и серых, модифицированных и высокопрочных чугунов.

Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.

Превращения при нагреве до аустенитного состояния.

Превращение аустенита при охлаждении и переохлаждении.

Перлитное превращение.

Бейнитное превращение.
Мартенситное превращение.
Превращения при отпуске стали.
Практика термообработки.
Нагревательные устройства.
Охлаждающие среды.
Защита от окисления при термообработке.
Виды термообработки стали.
Отжиг стали.
Нормализация стали.
Закалка стали. Выбор температуры. Охлаждение.
Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость стали.
Способы закалки стали.
Отпуск стали.
Обработка холодом. Т
Термомеханическая обработка.
Поверхностное упрочнение стали.
Поверхностная закалка.
Химико-термическая обработка.
Цементация.
Азотирование.
Нитроцементация.
Диффузионная металлизация.

Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.

Стали обыкновенного качества, маркировка, назначение и области применения.

Стали специального назначения: для листовой и объемной штамповки; нагартованные стали; автоматные стали.

Легированные стали.

Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей.

Классификация и маркировка сталей.

Конструкционные стали и их разновидности.

Цементуемые стали.

Улучшаемые стали.

Пружинные стали.

Шарикоподшипниковые стали.

Высокопрочные стали.

Строительные и арматурные стали.

Структура, термообработка, назначение и области применения конструкционных сталей.

Инструментальные стали и сплавы.

Стали для режущих инструментов.

Углеродистые стали.

Легированные стали, быстрорежущие стали.
Металлокерамические твердые сплавы.
Стали для измерительных инструментов.
Стали для штампов деформирования в холодном и горячем состояниях.

Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.

Коррозионностойкие стали и сплавы.
Жароупорные стали и сплавы.
Магнитные и немагнитные стали и сплавы.
Стали и сплавы пониженного и повышенного электросопротивления.
Сверхпроводники.
Стали и сплавы с особенностями модуля упругости и теплового коэффициента расширения.
Сплавы на основе меди.
Латуни и бронзы.
Сплавы на основе алюминия.
Литейные и деформируемые сплавы.
Припои и баббиты.
Классификация неметаллических материалов.

Практические задания для текущего контроля

Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.

- 1) Объясните старинный цирковой номер: почему согнутую силачом подкову предлагалось разогнуть зрителям, а не наоборот?
- 2) Детали из низкоуглеродистой стали, полученные штамповкой в холодном состоянии, имели после штамповки неодинаковую твёрдость на различных участках: она колебалась от 120 НВ до 200 НВ. Твёрдость стали до обработки составляла 100 НВ. Объяснить, почему сталь приобрела разную твёрдость.
- 3) Объяснить, можно ли отличить по микроструктуре металл, деформированный в холодном состоянии, от металла, деформированного в горячем состоянии, и указать, чем отличается микроструктура.
- 4) Три образца низкоуглеродистой стали подвергались холодной деформации: первый на 5 %, второй на 15 %, третий на 30 %, а затем нагревались до 700 °С. Указать, в каком образце сформируется более крупное зерно. Как повлияет размер зерна на свойства стали?
- 5) Объяснить, почему при горячей обработке давлением не рекомендуется проводить последнюю операцию с малой степенью обжатия и как может такая деформация повлиять на величину зерна и свойства металла.
- 6) Объяснить, можно ли создать значительное упрочнение свинца, если его подвергнуть деформации при комнатной температуре. ($t_{пл Pb} = 327,4\text{ °C}$.)
- 7) Указать, как повлияет на значение твёрдости, определённой, например, шариком по Бринеллю, повторное измерение на участке, в непосредственной близости от первого отпечатка.
- 8) Волочение проволоки проводят в несколько переходов. Если волочение выполняют без промежуточных операций отжига, то проволока на последних переходах дает разрывы. Объяснить причины разрывов и указать меры для предупреждения этого.
- 9) Пруток латуни после изгиба в холодном состоянии подвергают рекристаллизации для

снятия наклёпа. Указать, какие по размеру зёрна сформируются по всему сечению прутка после рекристаллизации.

10) Объяснить, к какому виду деформации – холодной или горячей – надо отнести:

- а) прокатку олова при комнатной температуре ($t_{пл Sn} = 232\text{ }^\circ\text{C}$);
- б) деформацию стали при $400\text{ }^\circ\text{C}$ ($t_{пл стали} = 1500\text{ }^\circ\text{C}$).

Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.

Задача 1. Некоторые сплавы меди с бериллием (бериллиевые бронзы) используют для пружин электромашин и при-боров, так как в результате термической обработки эти сплавы (в отличие от других медных сплавов) получают высокие временное сопротивление (до 1000-1200 МПа) и предел упру-гости (до 600-700 МПа) и повышенную электропроводность ($\sim 0,06\text{ мкОм.м}$). Объяснить, какие сплавы этой системы принимают упрочняющую термическую обработку и в чем она может заключаться. Для этой цели рассмотреть превращения в сплавах с 0,2 и 2 % бериллия, указать структурное состояние этих сплавов и количественное соотношение фаз при 300 и 500 °С.

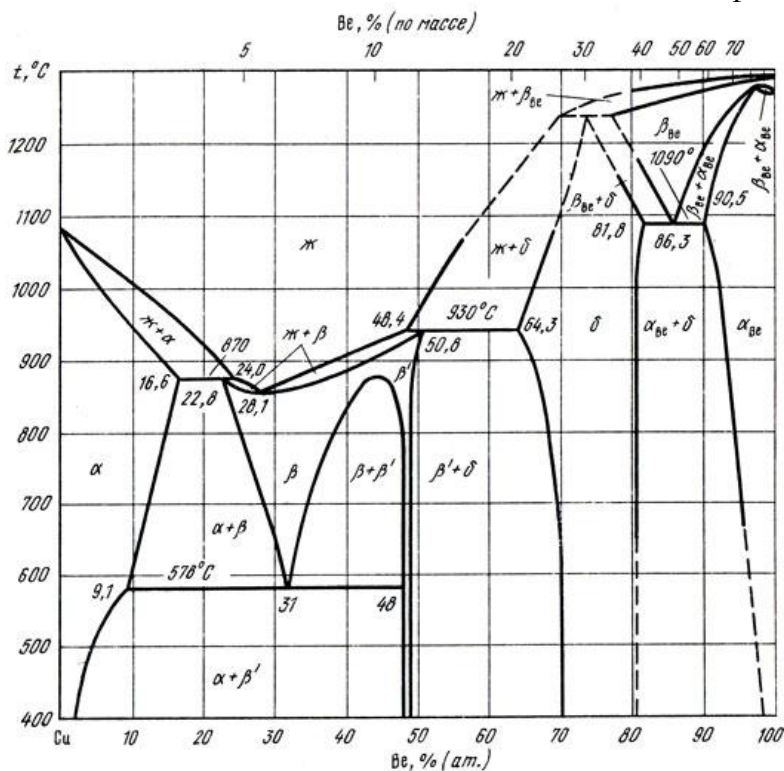


Рис. 1. Диаграмма состояния сплавов системы медь – бериллий

Задача 2. В литых свинцовых бронзах, используемых для подшипников скольжения, должно быть создано равномерное распределение частиц свинца в медной основе. Определить, какой сплав (с 1; 35 или 70 % Pb) более пригоден для этого назначения, какое охлаждение (медленное или быстрое) должно быть рекомендовано для выбранного сплава. Для решения задачи рассмотреть по диаграмме состояния процессы превращений в указанных сплавах и указать фазовый состав и количественное соотношение фаз при 400 °С для сплавов с 1 и 35 % свинца и при 200 °С для сплава с 70 % свинца.

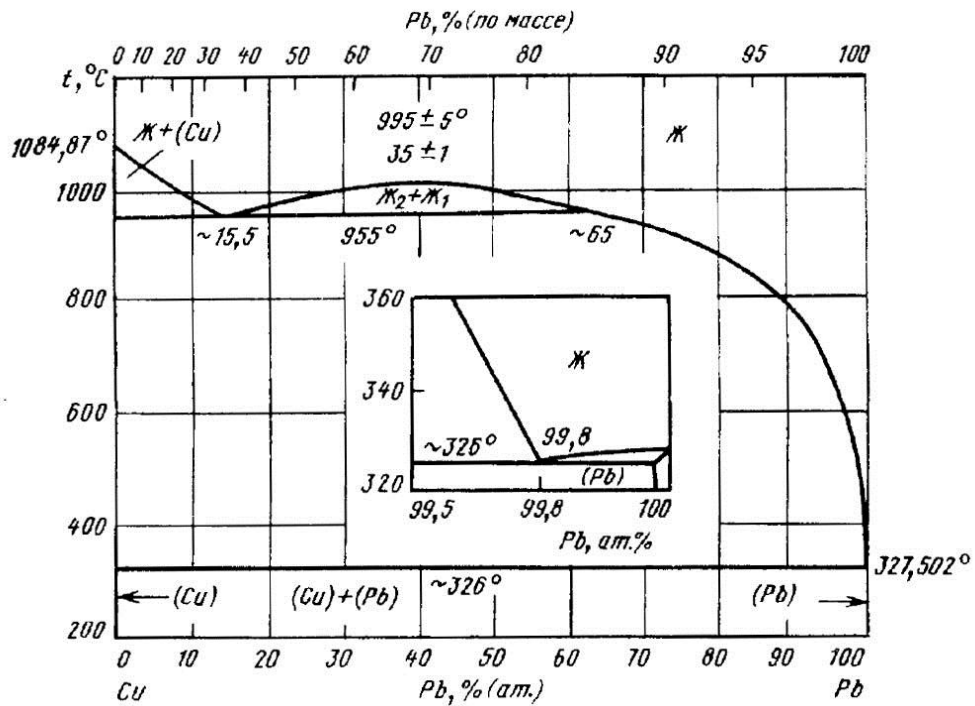


Рис. 2. Диаграмма состояния сплавов системы медь – свинец

Задача 3. Детали из оловянных бронз, в зависимости от пластичности, определяемой содержанием в них олова, изготавливают из проката (труб, прутков, лент) и отливок. Указать, какие бронзы (однофазные или двухфазные) более пригодны для указанных разных назначений и причины, по которым они имеют разную пластичность. Для решения задачи рассмотреть процессы превращений в сплавах с 3, 5 и 10 % Sn и определить фазовый и структурный состав, количественное соотношение фаз при 20 °С (при условии, что отливки охлаждаются в металлической форме).

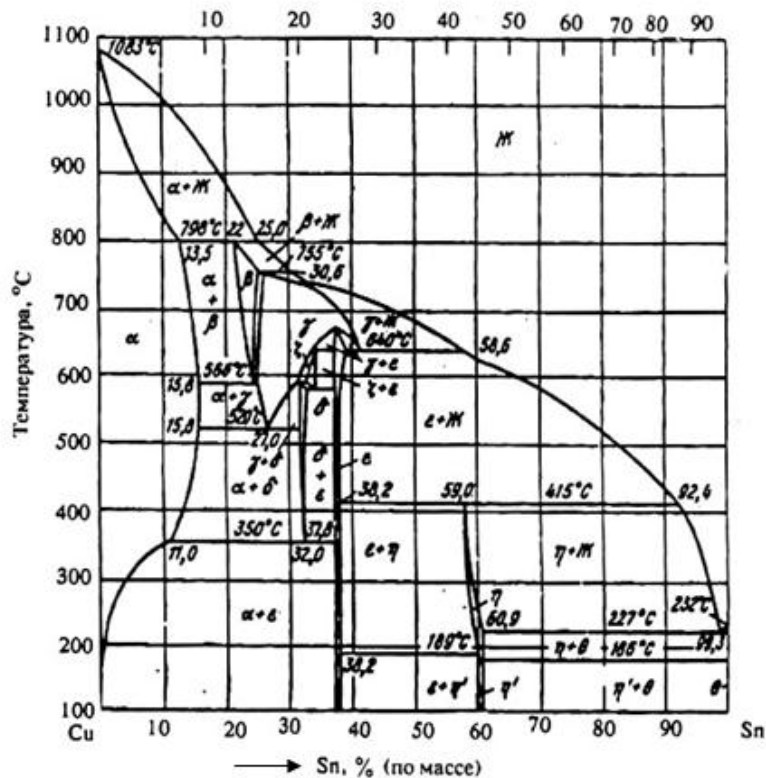


Рис. 3. Фазовая диаграмма состояния системы Cu-Sn

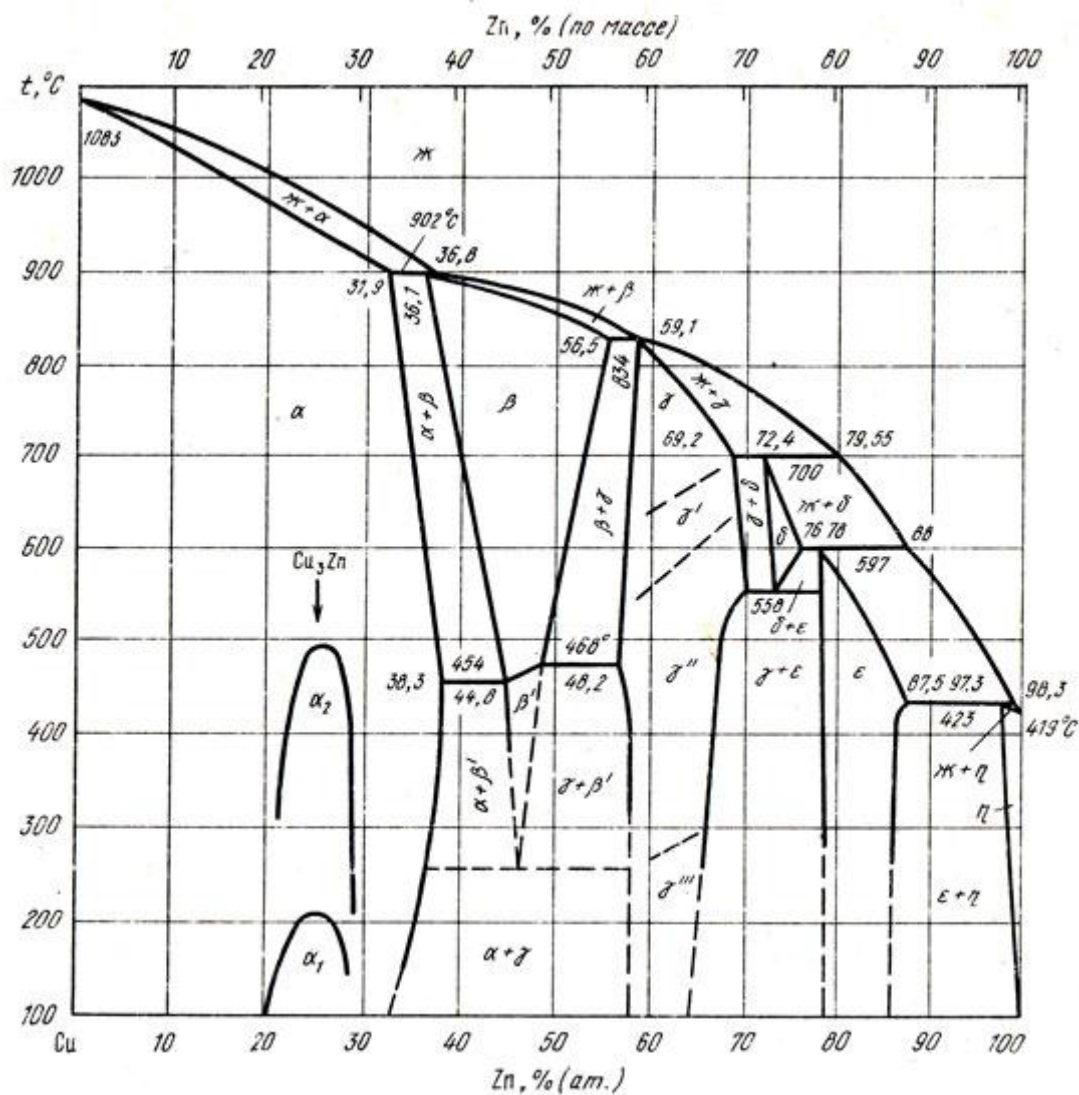


Рис. 5. Диаграмма состояния сплавов системы медь – цинк.

Задача 6. Введение бериллия в некоторые нержавеющие и мартенситностареющие стали повышает их прочность. Определить, при каком содержании бериллия: 0,1; 3 или 7,5 % создается наибольший эффект упрочнения и какая термическая обработка должна быть применена для получения наибольшего упрочняющего эффекта. Для решения задачи определить на основании диаграммы состояния Fe-Be процессы превращений в сплавах приведенных концентраций и указать количественное соотношение структурных составляющих сплава с 0,1 и 3 % Be при температуре 1000 °С, а сплава с 7,5 % Be – при температуре 600 °С.

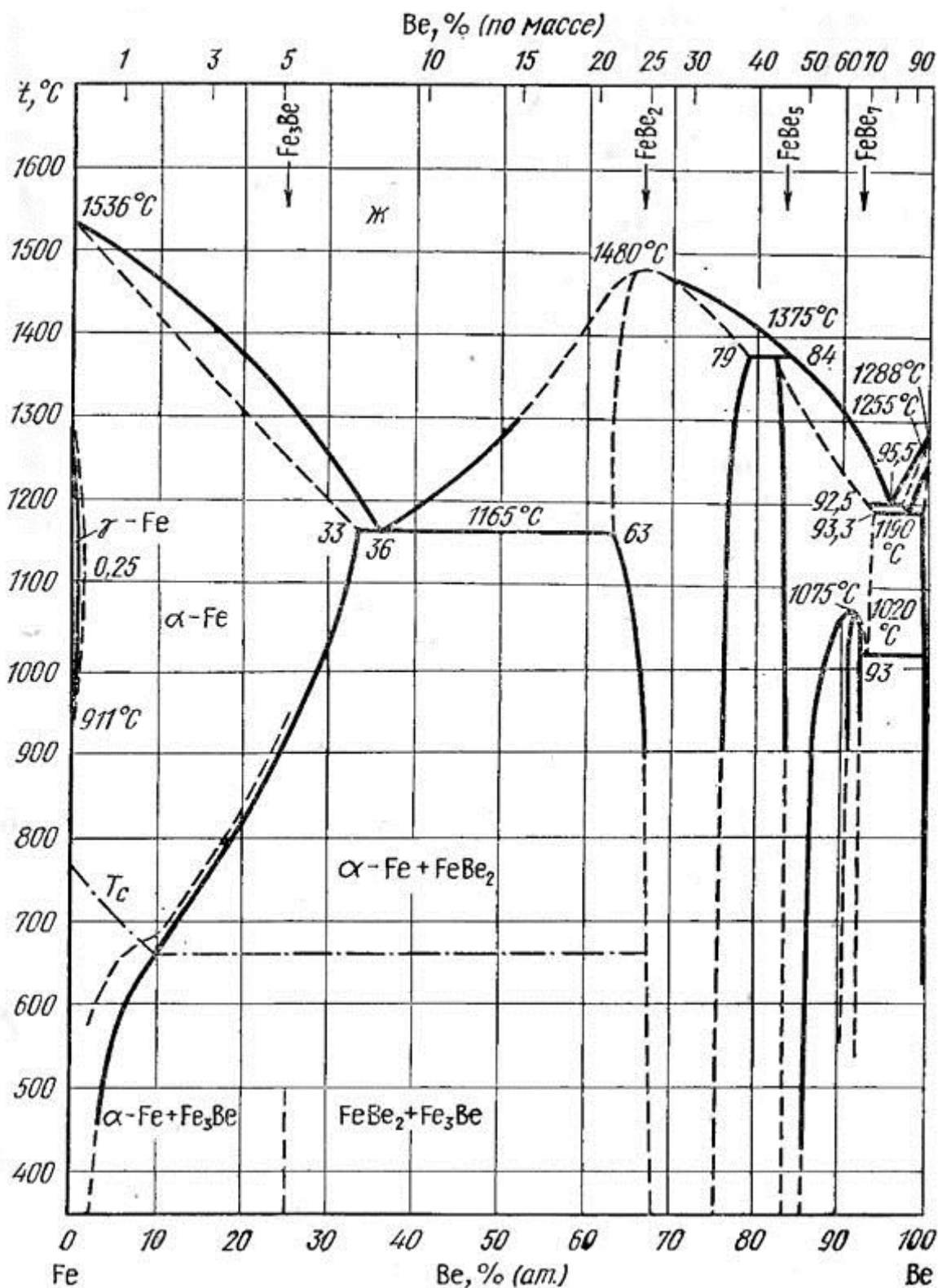


Рис. 6. Диаграмма состояния системы Fe-Be

Задача 7. Сталь, выплавленная без добавок марганца, становится непригодной для деформации (прокатки,ковки при 1100-900 °С) из-за возникновения трещин. Этот вид брака называется красноломкостью. Разобрать диаграммы:

а) Fe-FeS, рассмотреть процессы превращений в сплавах с 0,03; 2 и 10 % S, определить природу и количественное соотно-ношение фаз в сплавах 1 и 2 при 1050 °С и в сплаве 3 при 1100 °С и объяснить причину, вызывающую красноломкость;

б) Fe-MnS, объяснить, почему введение марганца устра-няет красноломкость и марганец в

количестве не менее 0,4-0,5 % является полезной и обязательной примесью стали.

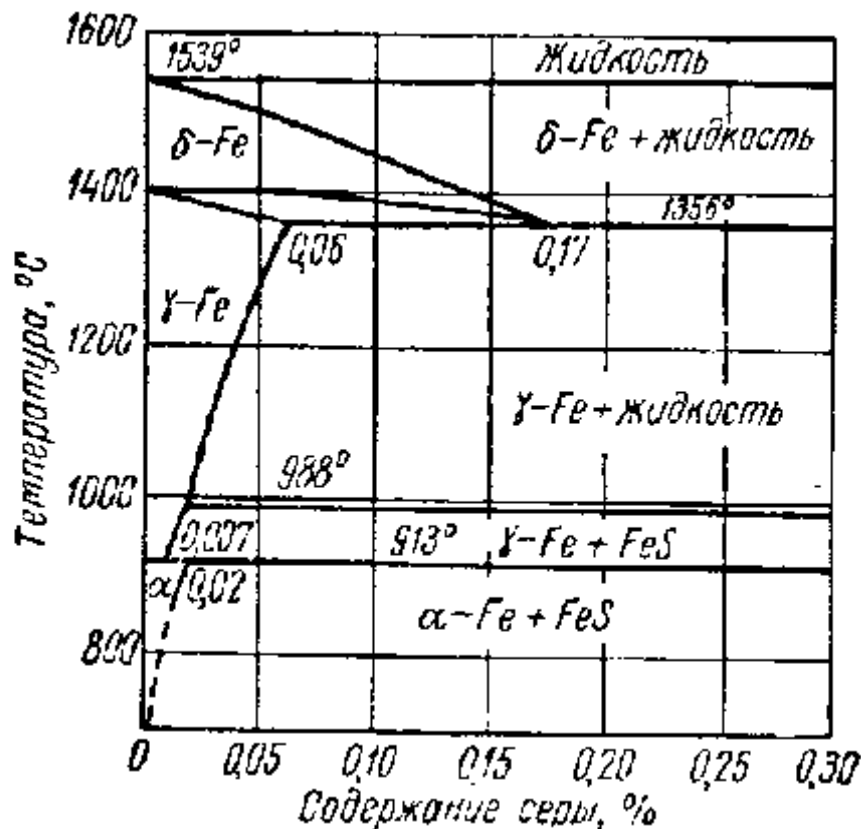


Рис. 7. Часть диаграммы состояния железо – сера при низких концентрациях серы

Задача 8. Пластичность ряда сплавов системы Fe–Mo можно улучшить термической обработкой. Рассмотреть пре-вращения в сплавах с 3; 15 и 50 % молибдена и определить фазовый состав и количественное соотношение фаз у сплавов 1 – при 1100 °C, 2 – при 700 °C и 3 – при 1000 °C. Указать, какой из этих сплавов можно подвергать термической обработке для повышения пластичности, в чем заключается эта обработка и какие изменения она вызывает в структуре сплава.

Задача 9. Сплавы системы Fe–Mo, но лишь определенно-го состава, способны к дисперсионному твердению при отпуске, выполняемом после закалки, переводящей сплав в состояние пересыщенного твердого раствора. Рассмотреть превращения в сплавах с 2; 10 и 70 % Mo, определить фазовый состав сплавов 1 – при температуре 1050 °C, 2 – при 700 °C и 3 – при 1200 °C. Указать, какой из этих сплавов можно подвергать дисперсионному твердению, его структуру после отпуска и влияние этого процесса на твердость, прочность и пластичность.

остается таким же, как и при 400 °С. Учсть, что ε -фаза в этих сплавах является излишне хрупкой и ее присутствие в азотированном слое нецелесообразно. Влияние легирующих элементов на процесс азотирования можно не учитывать.

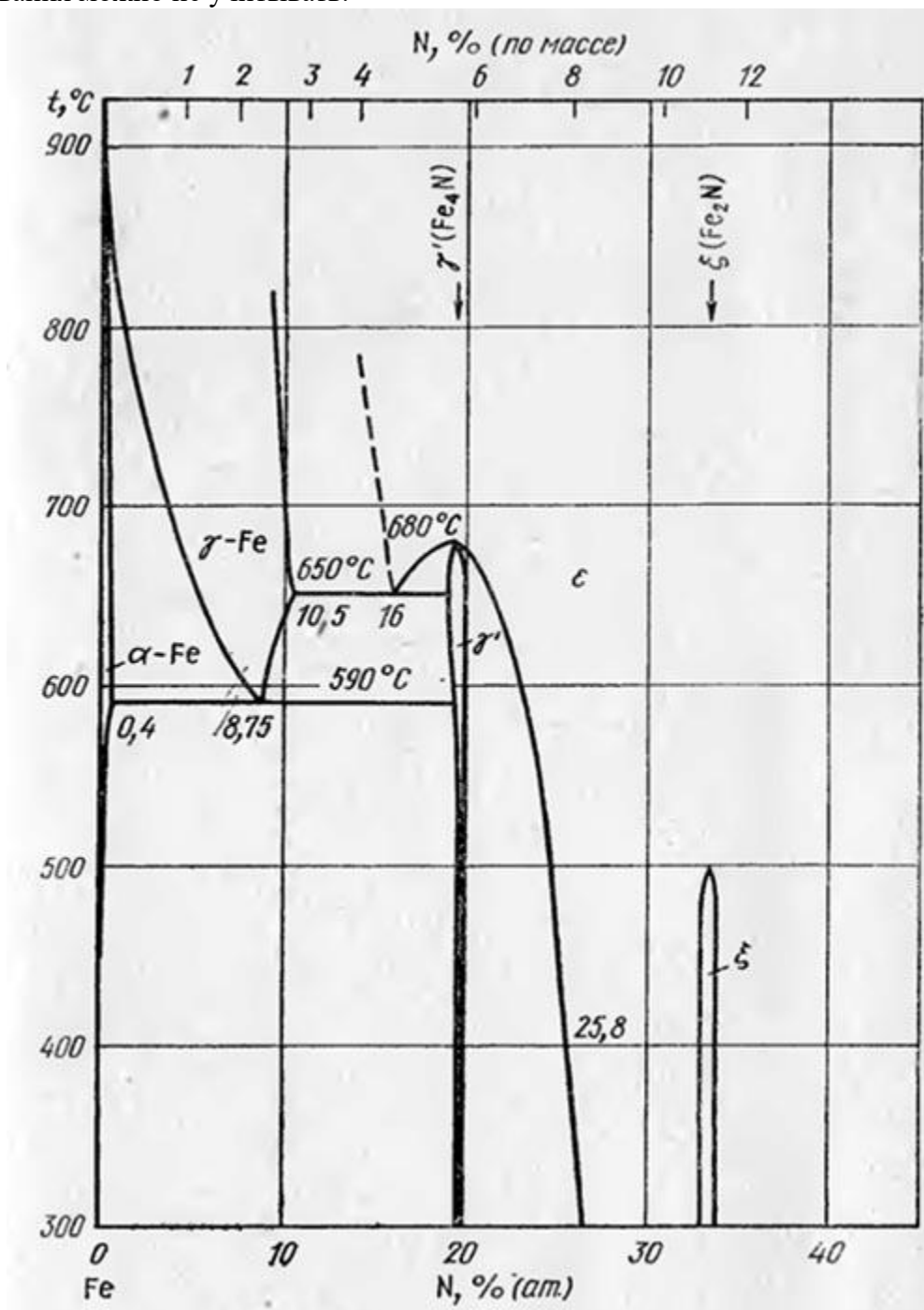


Рис. 9. Диаграмма состояния системы железо-азот

Задача 11. Мартенситно-стареющие стали на основе системы Fe-Ni приобретают при закалке мартенситную структуру даже при замедленном охлаждении, если они имеют определенное содержание никеля. Определить, при какой концентрации никеля (5; 15 или 30 %) превращение $\gamma \rightarrow \alpha$ протекает как мартенситное, а не как диффузионное. Для решения задачи учесть температуры превращения и по диаграмме состояния сплавов Fe-Ni рассмотреть процессы превращений в сплаве с 15 % никеля, количественное соотношение фаз, химический состав фаз, а также структуру сплава при 200 °С.

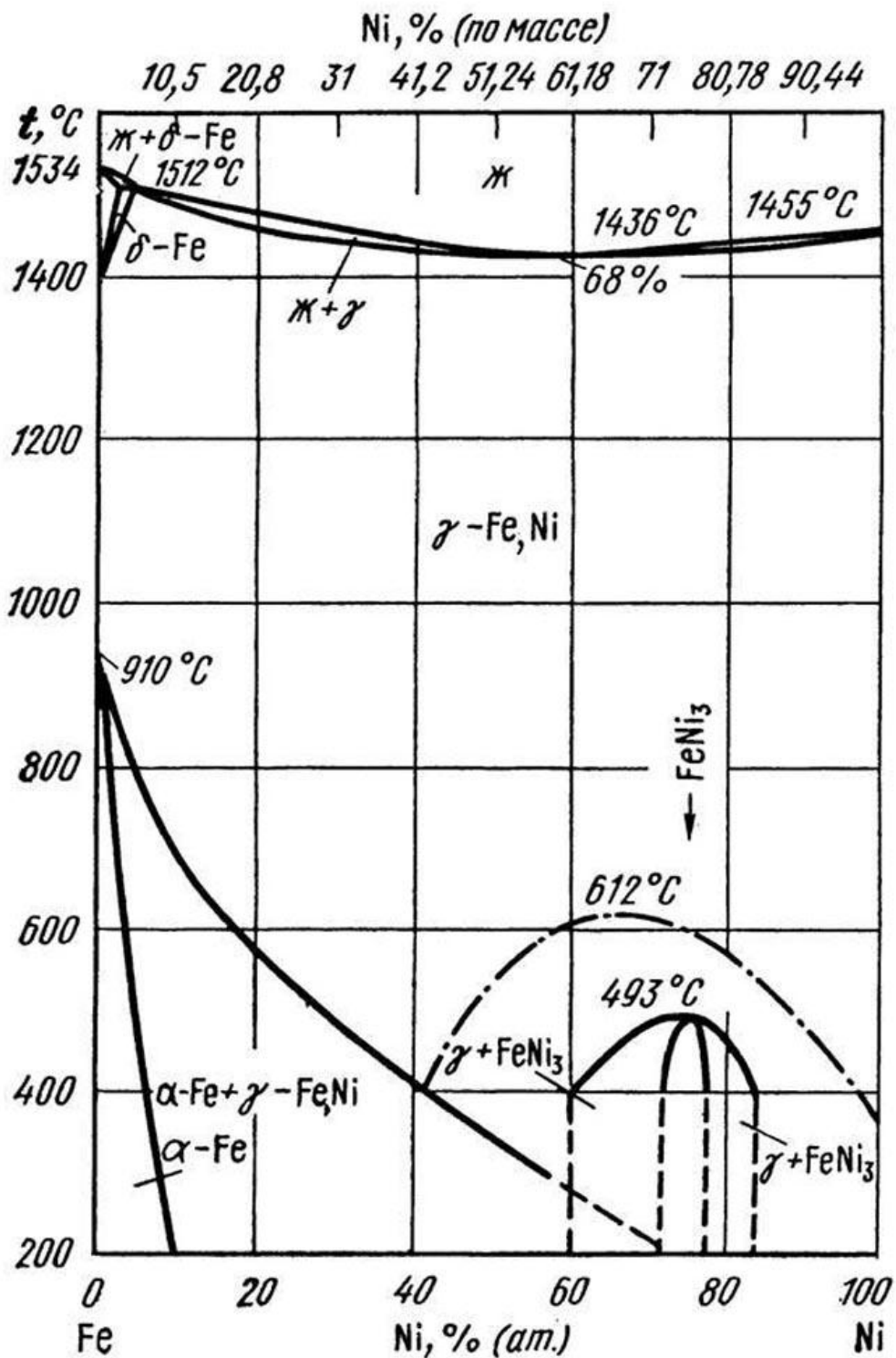


Рис. 10. Диаграмма состояния системы железо – никель

Задача 12. В некоторых сплавах системы Fe–W протекают превращения в твердом состоянии. Развитие превращений зависит от термической обработки и может сильно изменять механические свойства сплавов. Рассмотреть превращения в сплавах с 2; 15 и 75 % вольфрама. Определить фазовый состав и количественное соотношение фаз сплавов: 1 – при 1200 °C, 2 – при 900 °C и 3 – при 1400 °C. Указать, в каких сплавах из числа заданных можно изменить структуру и свойства путем термической обработки и какой именно, и объяснить, в какой степени (качественно) она может изменить свойства.

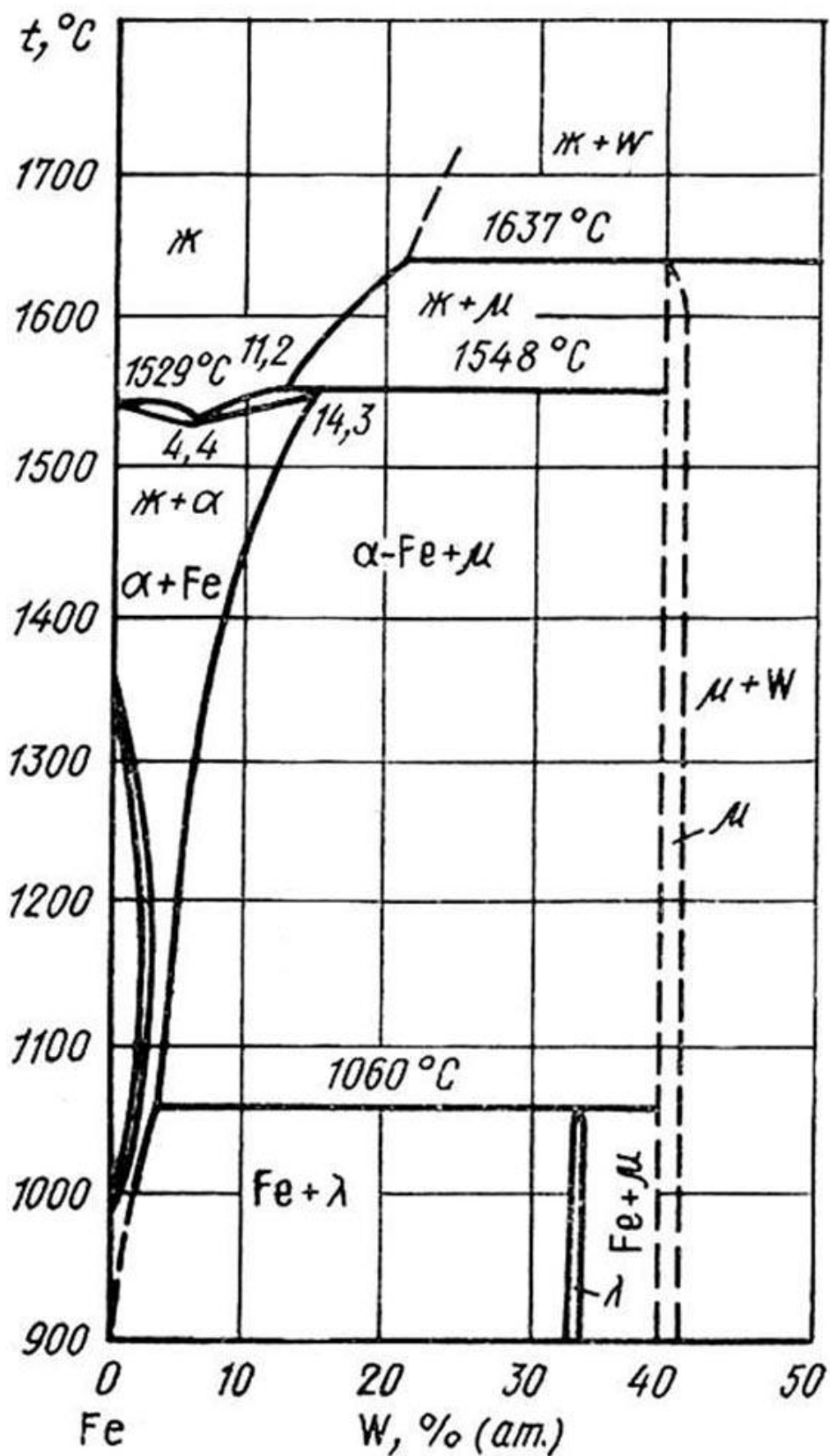


Рис. 11. Диаграмма состояния Fe-W с обозначением сплава Р6М5

Задача 13. В системе Mg-Al имеются сплавы на основе магния, сильно упрочняющиеся в результате присутствия алюминия в определенных концентрациях и выполнения термической обработки. Эти сплавы как имеющие малую плотность при удовлетворительной прочности используются в авиационной и других отраслях промышленности. Рекомендовать состав сплава и указать термическую обработку и фазу-упрочнитель. Для решения задачи рассмотреть процессы

превращений в сплавах с 1, 4 и 30 % Al и определить структуру и фазовый состав, а также количественное их соотношение в этих сплавах при 150 °С.

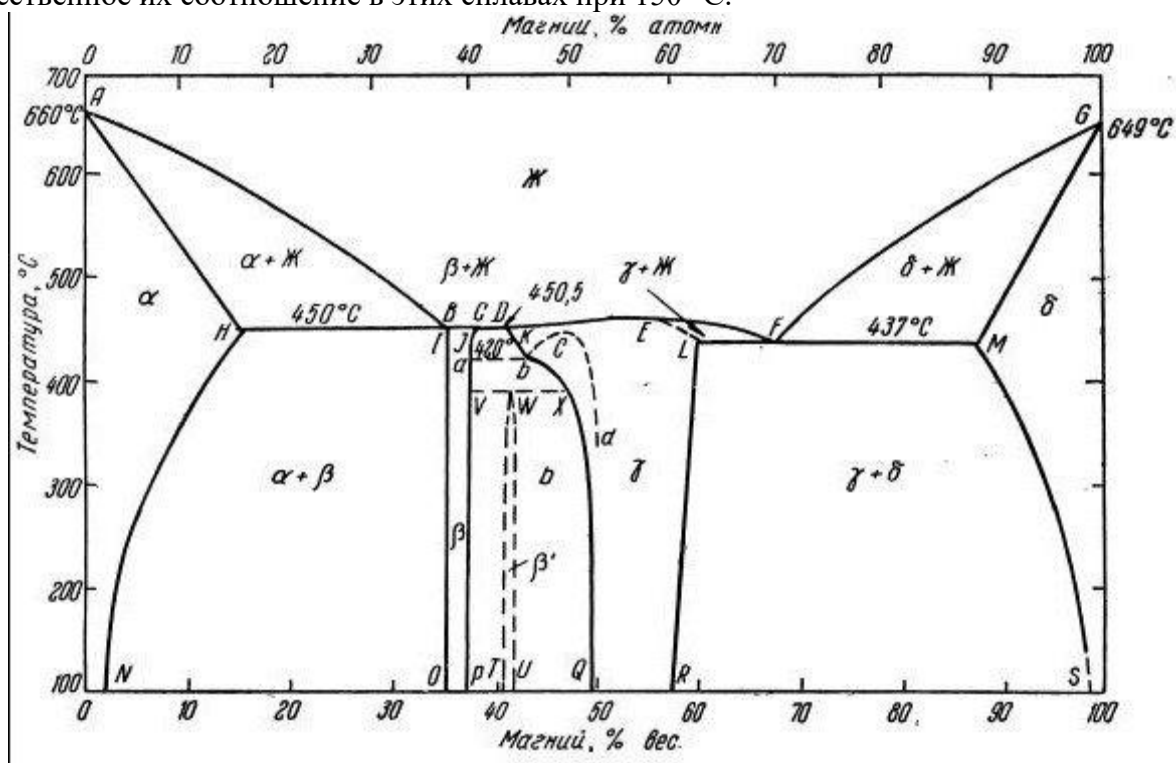


Рис. 12. Диаграмма состояния магний – алюминий

Задача 14. В титановые сплавы для улучшения прочност-ных свойств и жаропрочности при сохранении удовлетвори-тельной пластичности вводят алюминий в количестве □ 5
 введении алюминия повышение прочности меньше, чем при введении такого же количества хрома ($\sigma_{в} = 70-90$ и $100-110$ кгс/мм² соответственно), но пластичность сплавов сохра-няется более высокая. Определить причины различно-го влия-ния хрома и алюминия на механические свойства титана при их содержании 5 %.

Для решения задачи на основании диаграмм Ti-Al и Ti-Cr рассмотреть превращения в сплавах с 5 % Al и 5 % Cr и указать фазовый состав и количественное соотношение фаз в этих сплавах при 400 °С.

Влияние термической обработки не учитывать.

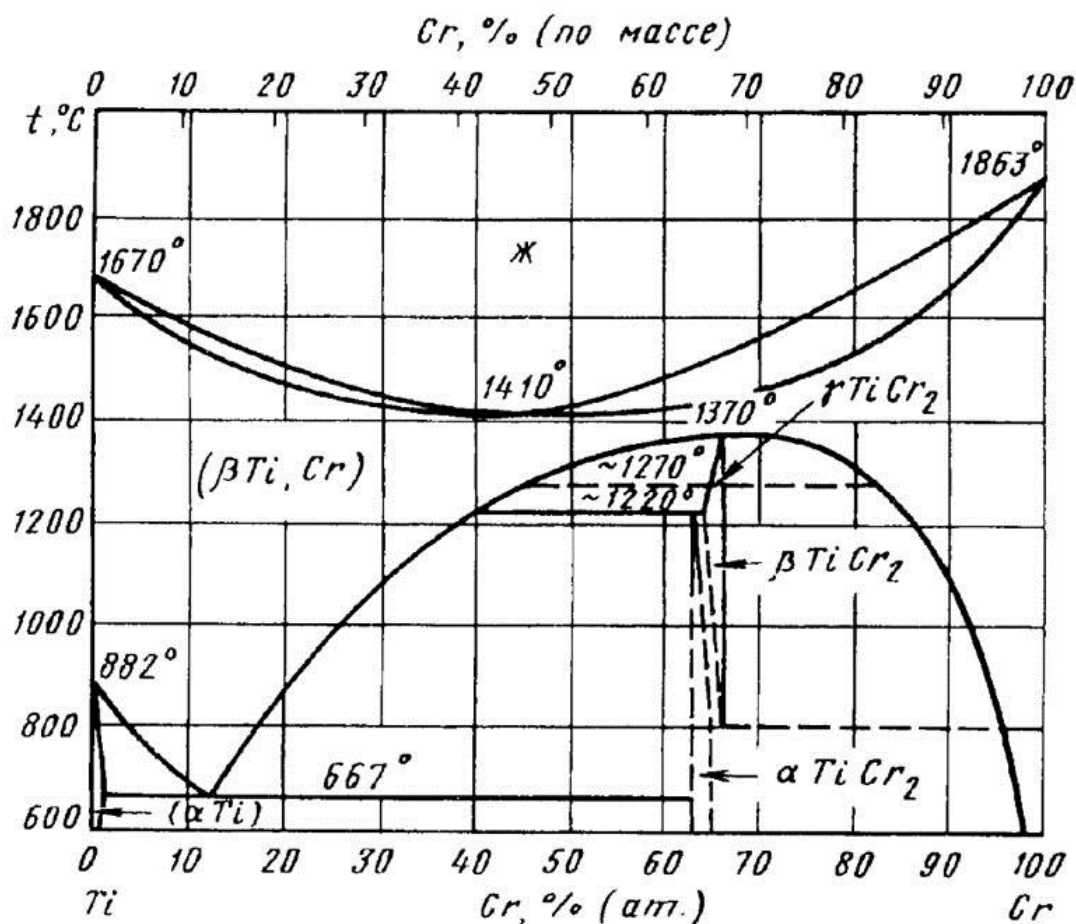


Рис. 13. Диаграмма состояния титан – хром

Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.

Задача 1.

Пользуясь диаграммой состояния (обозначая линии построения цветными карандашами или пастой) определить температуры перехода в полностью жидкое и полностью твердое состояния для системы Fe-C с указанным по варианту содержанием углерода. Результаты записать.

Задача 2.

Определить фазовый состав системы Fe - C в равновесном (отожженном) состоянии с заданным содержанием углерода при комнатной и указанной по варианту температурах. Графические построения и ход расчета, а также полученные результаты должны быть отражены в отчете по работе.

Задания по вариантам. Решить задачи по диаграмме состояния при данных условиях:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
а) Содерж. С, %	0,2	0,6	0,8	1,0	1,4	1,8	2,0
б) Содерж. С, %	6,5	4,5	2,5	1,5	4,0	3,5	3,0
температура, °C	1050	1000	850	750	1100	950	750

8	9	10	11	12	13	14	15
2,2	2,6	3,0	3,6	4,0	4,3	5,0	6,0
2,0	5,5	4,8	5,0	2,0	6,0	3,6	1,5
1000	800	900	850	750	900	1050	900

Вопросы для устного опроса по теме:

1. Что такое диаграмма состояния
2. Что такое фазовые превращения и чем они обусловлены?
3. Границы содержания углерода для сталей и чугунов.
4. Состав и структура отдельных фаз в диаграмме состояния "железо-углерод": феррита, аустенита, цементита, перлита и ледебурита.
5. Почему диаграмма состояния "железо-углерод" ограничивается по оси абсцисс содержанием углерода 6,67%?
6. В каком качестве находится углерод в различных структурных составляющих железных сплавов ?
7. Как определить по диаграмме состояния фазовый состав равновесной системы?
8. Какие эвтектические и эвтектоидные превращения имеют место на диаграмме состояния системы Fe - C ?
9. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 1147 °С?
10. Какое превращение происходит в железоуглеродистых сплавах при температуре 727 °С?
11. Какой фазовый состав имеют стали по завершению процесса первичной кристаллизации?
12. Какой фазовый состав имеют стали при комнатной температуре?
13. Чем отличается ледебурит от ледебурита превращенного?
14. Чем отличаются структурные составляющие "цементит первичный", "цементит вторичный", "цементит третичный"?
15. Назовите все характерные точки диаграммы и их общепринятые международные обозначения.
16. Каким образом отличаются обозначения критических точек при нагреве и охлаждении?
17. Назовите стабильную и метастабильную модификации углерода.
18. Назовите характеристики точек и линий диаграммы.
19. Что называют перлитом?
20. Что называют ледебуритом?
21. Что называют аустенитом?
22. Что называют ферритом?
23. Чем отличаются превращения в твердом состоянии у доэвтектоидной и заэвтектоидной стали?
24. Какая фаза первично кристаллизуется в заэвтектических белых чугунах?
25. Изобразите фазовую диаграмму железо-цементит.
26. Как называется чугун в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде карбида?
27. Какая фаза первично кристаллизуется в доэвтектических белых чугунах?
28. Какой сплав называют техническим железом?

Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.

Задача 1.

Как изменяется структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850 °С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

Задача 2.

Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

Задача 3.

С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбор режима термической обработки, применяемой для устранения цементитной сетки в заэвтектоидной стали. Дайте определение выбранного режима термической обработки и опишите превращения, которые происходят при нагреве и охлаждении.

Задача 4.

После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит + мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату заданной стали (примерно) и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Так же укажите температуру отпуска. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

Задача 5.

С помощью диаграммы железо-цементит, установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

Задача 6.

С помощью диаграммы состояния железо-цементит определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти виды термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого режима термообработки.

Задача 7.

Плашки из стали У11А закалены: первая – от 760°C, вторая – от температуры 850°C. Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

Задача 8.

Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и 840°C. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры образуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали

Задача 9.

С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки Ас1 и Ас3 для выбранной вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

Задача 10.

С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве стали У12. Укажите критические точки и выберите оптимальный режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

Задача 11.

Используя диаграмму железо-цементит, определите температуру полной и неполной закалки для стали 40. Дайте описание структуры и свойств стали после каждого вида термической обработки.

Задача 12.

Режущий инструмент требуется обработать на максимальную твердость. Для его изготовления выбрана сталь У13А. Назначьте режим термической обработки, опишите структуру и свойства стали.

Задача 13.

Используя диаграмму состояния железо-цементит и график зависимости твердости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) различных приспособлений из стали 45, которые должны иметь твердость 28...30 HRC. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, получаемую структуру.

Задача 14.

Сталь 40 подверглась закалке от температур 760 и 840 °С. Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите выбранные температуры нагрева и опишите превращения, которые произошли при двух режимах закалки. Какому режиму следует отдать предпочтение и почему?

Задача 15.

Углеродистые стали 45 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая – 50 HRC, вторая – 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и учитывая превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 45.

Задача 16.

Каковы причины возникновения внутренних напряжений при закалке? Каким способом можно предохранить изделие от образования закалочных трещин?

Задача 17.

Изделия из стали 45 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства стали после обработки.

Задача 18.

Укажите температуры, при которых производится процесс прочностного азотирования. Объясните, почему азотирование не производится при температурах ниже 500 и выше 700°С (используя диаграмму состояния железо-азот). Назовите марки сталей, применяемых для азотирования, и опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

Задача 19.

Сталь 45 подвергалась отжигу при температурах 830 и 1000 °С. Опишите превращения, происходящие при данных режимах отжига, укажите, какие образуются структуры, и объясните причины получения различных структур и свойств. Дайте определение процесса и рекомендуйте оптимальную температуру нагрева.

Задача 20.

Используя диаграмму состояния железо-цементит, определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 40. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите изменение структуры и свойств стали в процессе каждого вида обработки.

Задача 21.

В чем заключается обработка стали холодом, и в каких случаях она применяется?

Задача 22.

Что такое закалка? Используя диаграмму состояния железо-цементит укажите температуру нагрева под закалку стали 40 и У10. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме термической обработки, получаемую структуру и свойства.

Задача 23.

В чем заключается отрицательное влияние цементитной сетки на свойства инструментальной стали У10 и У12? Какой термической обработкой можно ее уничтожить? С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбранный режим термической обработки.

Задача 24.

Что такое закалка? Используя диаграмму состояния железо – цементит, укажите температуру нагрева под закалку стали 50 и У12. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.

Задача 25.

Изделия из стали 40 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства стали.

Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.

Задача 1.

Дать характеристику стали (варианты заданий в табл.):

1. Прочитать вслух марку стали.
2. Указать металлургическое качество стали.
3. Указать назначение стали.
4. Указать химический состав стали по марке.

№ вар	Марки стали
1	Ст3Гпс, 20ХР, 12ХГНФАЮ, 2Х13В8К10, Р6М5, 14Х17Н2
2	Ст3кп, 50Г2, 15Г2СФ, 5ХНМ, Р12, 07Х13АГ20
3	Ст2кп, 38ХМЮА, 16Г2АФпс, 2Х12В3МФ, Р7Т, 08Х21Н6М2Т
4	Ст6сп, 40ХФА, 12Г2СМФ, 6ХНФ, Р9, 09Х15Н8Ю
5	Ст1сп, 50ХГ, 15ХГ2СФР, 9ХФ, Р6М3, 14Х18Н4Г4Л
6	Ст6пс, 20ХГР, 14ХГНСФР, 8Х4В4Ф, Р9М4, 12Х18Н12БЛ
7	Ст5сп, 50ХГА, 12ХГ2СМФ, 4Х5В4ФСМ, Р12М3, 31Х19Н9МВБТ
8	Ст4пс, 45ХН, 12ХГНФАЮ, 2Х12В7К5, Р18Ф2, 15Х23Н18Л
9	Ст1сп, 60С2ХА, 15ГСМХР, ХГ3М, Р14Ф4, 12Х18Н12М3Т
10	Ст4пс, 40ХН3А, 14Х2ГМР, У11А, Р9Ф5, 12Х25Н5ТМФЛ
11	Ст5Гпс, 18ХГТ, 14ГНФБАЮ, 4ХНМ, Р6М5Ф3, 120Г10ФЛ
12	Ст6пс, 40ХС, 09Г2СЮЧ, 4Х13, Р5М4Ф4, 20Х21Н46В8РЛ
13	Ст2сп, 50ХН, 10ХСНД, Х6ВФ, Р18Ф3, 10Х18Н11БЛ
14	Ст3пс, 85, 15ХСНД, 9Г2Ф, Р14Ф4, 110Г13ФТЛ
15	Ст4 пс, 50ХФА, 15ГФ, ХВГ, Р9Ф5, 110Г13Х2БРЛ
16	Ст3сп, 70, 09Г2С, ХВСГ, Р12Ф3, 15Х18Н22В6М2Р
17	Ст5пс, 60С2Н2А, 15Г2АФДпс, У10А, Р9К10, 10Х18Н9Л
18	Ст3кп, 70С2ХА, 12ГН2МФАЮ, Х12Ф1, Р18К5Ф2, 10Х18Н3Г3Д2Л
19	Ст3Гсп, 70С3А, 12Г2АМФ, 6Х2С, Р10К5Ф5, 130Г14ХМФАЛ
20	Ст6пс, 65ГС, 15ХСНД, 9ХВФ, Р12Ф4К5, 15Х18Н22В6М2
21	Ст2пс, 35ХМ, 16Г2АФД, 7ХГ2ВМ, Р10М4Ф3К10, 09Х16Н4БЛ
22	Ст3сп, 45Г2, 12ГН2МФАЮ, 3Х2В8Ф, Р18Ф2К5, 09Х17Н3С
23	Ст4кп, 50ХГФА, 18Г2АФДпс, У13А, Р18Ф2К8М, 10Х17Н10Г4МБЛ
24	Ст4сп, 12Х5МА, 12ХГН2МБАЮ, 6ХС, Р15Ф2К5, 08Х17Н34В5Т3Ю2Р
25	Ст1кп, 08кп, 15Х2ГН2ТА, 4Х5МС, Р10Ф5К5, 07Х17Н16ТЛ
26	Ст1пс, 38ХА, 12ГН2МФАЮ, 4Х3ВМФС, Р2М8К5, 07Х18Н9Л
27	Ст4кп, 15ХФ, 12Г2СМФЮ, 9ХФ, Р14Ф4, 08Х14Н7М
28	Ст0, 65С2ВА, 12Г2АМФ, 4Х5В2ФС, Р9Ф5, 16Х18Н12С4ТЮЛ

Задача 2.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:

- а) крепежный болт;
- б) лопатка газовой турбины;
- в) штамповка из латуни.

2. Стали 45 и У12 закалены от температуры 770 оС. Объясните почему сталь 45 имеет после закалки более низкую твердость, чем сталь У12.

3. Расшифруйте марку стали 5ХНВ. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 3.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:

- а) шестерня коробки скоростей;
- б) корпус ванны для изготовления мыла;
- в) втулка подшипника скольжения.

2. Объясните почему сталь У7 при закалке в воде подвержена сильному короблению и тещинообразованию. Есть ли возможность устранения подобных дефектов?
3. Расшифруйте марку стали 30Х13. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 4.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
 - а) зубчатое колесо редуктора;
 - б) подшипник качения;
 - в) поршень двигателя внутреннего сгорания.
2. Выберите оптимальную температуру нагрева под закалку для стали 50. Рассчитайте критическую скорость закалки и выберите охлаждающую среду для получения мартенсита (вода, масло, воздух).
3. Расшифруйте марку стали 7ХГ2Ф3М. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 5.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
 - а) коленвал двигателя внутреннего сгорания;
 - б) фреза для обработки латуни;
 - в) станина станка.
2. Два образца стали 45 имеют различную твердость 50 HRC и 25 HRC. Охарактеризуйте примерную микроструктуру и режим термической обработки, при которой такая твердость может быть получена для каждого образца.
3. Расшифруйте марку стали Х6ВФ. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 6.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
 - а) протяжка;
 - б) клапан двигателя внутреннего сгорания;
 - в) пружины для работы в агрессивной среде.
2. Два образца стали 50 закалены соответственно от 820° и 920°. Какая получается микроструктура, какой из образцов будет обладать большей хрупкостью и почему?
3. Расшифруйте марку стали 40Х13. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 7.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
 - а) резец для обработки чугуновых отливок;
 - б) тяжело нагруженная шестерня редуктора;
 - в) штамповка из алюминиевого сплава.
2. Два образца стали У10 и два образца стали ХВГ закалены в воде и в масле. Предложите условия охлаждения для углеродистой и легированной стали.
3. Расшифруйте марку стали 13Х. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 8.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
 - а) плашка для нарезания резьбы;
 - б) крыло автомобиля;
 - в) отливки из алюминиевого сплава.

2. Два образца из стали 40 закалены, один из них отпущен при температуре 180о. Объясните разницу в микроструктуре и твердости.
3. Расшифруйте марку стали Р8МЗК6Ф2. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 9.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
- а) азотируемая шестерня;
 - б) сверла;
 - в) корпус гидронасоса.
2. Два образца из стали У8 закалены, один из них отпущен при температуре 5000. Объясните разницу в микроструктуре и твердости.
3. Расшифруйте марку стали 03Х11Н10М2Т2. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 10.

1. Выберите и обоснуйте материал для изготовления следующих деталей:
- а) штангенциркуль;
 - б) протяжка;
 - в) тормозная колодка вагона.
2. Два образца из стали 45 закалены, один из них отпущен при температуре 650о. Объясните разницу в микроструктуре и твердости.
3. Расшифруйте марку стали 12ХНЗА. Укажите область ее применения и стандартную термообработку для получения максимальных свойств.

Задача 11.

Выбрать марку стали для изготовления крепежных болтов, если их обрабатывают на быстроходных станках-автоматах, на которых надо обеспечить максимальную производительность резания и получить высокую чистоту обрабатываемой поверхности; болты не воспринимают в конструкции значительных нагрузок, но работают в агрессивной среде. Указать марку, химический состав, механические свойства и назначение стали этого типа. Объяснить влияние отдельных элементов, присутствующих в этой стали, на формирование заданного комплекса эксплуатационных свойств.

Привести для сравнения состав, структуру и механические свойства цветного сплава высокой обрабатываемости, применяемого для аналогичного назначения. Объяснить, в каких случаях следует применять тот или иной из выбранных материалов и почему.

Задача 12.

Козырьки и черпаки землечерпательных машин, изготовленные из углеродистой стали, быстро изнашиваются при интенсивной работе по грунту. Применение легированной стали с аустенитной структурой, обладающей повышенной износостойкостью при ударных нагрузках, позволяет повысить стойкость козырьков и черпаков в несколько раз. Привести химический состав стали, применяемой для этого, а также режим термической обработки, структуры и свойства и объяснить причины повышенной износостойкости в указанных условиях эксплуатации. Указать для сравнения, какую сталь следует применять для изготовления деталей, работающих в условиях трения качения одного металла по другому, не сопровождающегося ударами.

Задача 13.

Щеки и шары машин для дробления руды и камней работают в условиях повышенного абразивного износа, сопровождаемого ударами. Выбрать сталь для изготовления щек и шаров, указать ее химический состав и свойства, в том числе обрабатываемость резанием на станках и поведение в работе. Рекомендовать наиболее эффективный технологический процесс изго-

товления и режим термической обработки шек и шаров. Указать структуру стали в готовом изделии.

Задача 14.

Завод изготавливает среднемодульные цилиндрические зубчатые колеса из стали 45 и упрочняет их способом индукционной закалки при поверхностном нагреве. Однако впадина зубьев при такой обработке не закаливается, что сокращает срок службы колес. Рекомендовать: марку стали и обработку, обеспечивающую закалку зубчатых колес по всему контуру, а следовательно, с упрочнением зубьев по всей их поверхности; привести для сравнения состав углеродистой или низколегированной стали, пригодной для изготовления зубчатых колес, упрочняемых методом химико-термической обработки.

Задача 15.

В шестернях, изготовленных из стали 40Х и обработанных на твердость HRC 40...42 в эксплуатации при повышенных напряжениях, в том числе динамических нагрузках, возникали трещины при низких температурах в условиях Севера. Объяснить причины, вызывающие этот брак, и рекомендовать марку улучшаемой стали, вязкость которой мало уменьшается при понижении температуры с +20 и до -60 °С.

Задача 16.

Рекомендовать состав (марки) стали и способ ее металлургического передела для шестерен ответственного назначения в механизмах, работающих при температурах от -60 до +60 °С. Предел текучести должен быть не ниже 750...800 МПа. Объяснить, какие факторы способствуют понижению порога хладноломкости, и указать режим термической обработки и механические свойства готового изделия.

Задача 17.

Детали холодильных машин во избежание хрупкого разрушения изготавливают из сталей и сплавов с пониженным порогом хладноломкости и соответственно повышенной вязкостью при низких температурах. Рекомендовать состав стали для деталей холодильных машин, работающих при температурах от -70 °С и до -259 °С (в среде жидкого водорода). Объяснить, какие различия в структуре, а, следовательно, и в составе должны быть между этими сталями.

Задача 18.

Для изготовления пружин приборов завод применяет сталь 60С2ХА, обрабатываемую на твердость HRC 40...44. Однако пружины из этой стали при нагреве даже в области климатических температур изменяют свои характеристики в связи с изменением модуля упругости. Это снижает точность работы приборов. Рекомендовать сплав для изготовления пружин, модуль упругости которого почти не изменяется при температурах от -50 до +100°С. Сопоставить режим упрочняющей обработки стали 60С2ХА и выбранного сплава.

Задача 19.

Детали гидронасосов, в частности клапаны, изготавливали из стали 40Х. Однако в дальнейшем в новых более мощных насосах, в которых скорость движения потока жидкости резко возросла, поверхность клапанов из стали 40Х быстро разрушалась. Объяснить причины, по которым это изменение условий службы вызвало разрушение клапанов, и какие явления этому способствовали. Рекомендовать состав, стойкий в условиях большой скорости потока воды и для насосов по перекачке морской воды.

Задача 20.

Котлы многих тепловых электростанций работают при давлении пара 50 МПа и 600 °С. В этом случае для котлов нужны стали с высоким сопротивлением ползучести. Указать марку,

химический состав и структуру стали, пригодной для работы в указанных условиях. Сравнить характеристики выбранной стали со свойствами другой стали, обычно применяемой для котлов, работающих при 300...400 °С.

Задача 21.

Выбрать сталь для червячных фрез, обрабатывающих конструкционные стали твердостью НВ 220...240. Объяснить причины, по которым для этого назначения нецелесообразно использовать углеродистую сталь У12 с высокой твердостью (63...65 HRC). Рекомендовать режим термической обработки фрез из выбранной быстрорежущей стали, приняв, что фрезы изготовлены из проката диаметром 40 мм. Описать получаемую структуру и возможный комплекс эксплуатационных свойств.

Задача 22.

Завод должен изготовить долбяки для обработки с динамическими нагрузками конструкционных сталей твердостью НВ 200...230. Выбрать марку быстрорежущей стали, наиболее пригодной для этого назначения, рекомендовать режим термической обработки и указать структуру и свойства (для долбяков наружным диаметром 60 мм). Предложить режим упрочняющей химико-термической обработки.

Задача 23.

Завод изготавливал протяжки из высоковольфрамовой стали Р18. Указать, можно ли использовать для протяжек менее легированную, а, следовательно, более экономичную быстрорежущую сталь. Выбрать марку стали для протяжек, пригодных для обработки резанием конструкционных сталей твердостью до НВ 250, указать ее термическую обработку, структуру и свойства для случаев, когда протяжки изготавливают из проката диаметром 40 и 85 мм.

Задача 24.

Завод изготавливает червячные фрезы двух размеров: наружным диаметром 30 и 80 мм из катаной быстрорежущей стали соответствующего профиля. Выбрать марку быстрорежущей стали умеренной теплостойкости и рекомендовать режим термической обработки. Указать способ химико-термической обработки, позволяющий дополнительно повысить стойкость фрез. Объяснить, в чем заключается различие в структуре и свойствах быстрорежущей стали из проката диаметром 30...32 и 80...82 мм.

Задача 25.

Инструменты из быстрорежущих сталей имеют недостаточную стойкость при резании с повышенной скоростью (более 80...100 м/мин). Выбрать марку инструментальных сплавов, пригодных для резания с высокой скоростью сталей и чугунов. Указать состав, структуру и свойства выбранных сплавов и сопоставить их с аналогичными свойствами быстрорежущих сталей. Объяснить причины, по которым для обработки стали следует выбирать сплав другого состава, чем для обработки чугуна.

Задача 26.

В распоряжении завода имеются быстрорежущие стали двух марок: вольфрамомолибденовая Р6М5 и кобальтовая Р9М4К8. Объяснить различие в основных свойствах этих сталей и рекомендовать оптимальное назначение каждой из них. Указать термическую обработку этих сталей и их структуру и свойства в готовых инструментах диаметром 20 и 60 мм.

Задача 27.

Протяжка диаметром 100 мм изготовлена из стали Р6М5. Поскольку протяжка эксплуатируется при небольшой скорости резания, представляется возможным заменить ее на изготовленную из более дешевой нетеплостойкой стали. Выберите взамен стали Р6М5 другую.

Опишите химический состав, структуру и свойства обеих сталей. Какие процессы ХТО можно использовать для повышения стойкости протяжек из названных сталей.

Задача 28.

Метчики диаметром 10 мм, изготовленные из стали У11ХВ, подвергают высокоскоростному упрочнению на автоматической установке (упрочняют только режущие кромки). Назовите этот метод упрочнения, опишите его достоинства и недостатки, укажите режим упрочнения, структуру и свойства сердцевины и поверхности метчика после упрочнения. Сопоставьте получаемые эксплуатационные свойства со свойствами стали после стандартной термической обработки.

Задача 29.

Предложите материал для производства крупного молотового штампа с минимальным размером 300 мм, испытывающего при работе нагрев до 500 оС. Опишите химический состав, режим упрочняющей термической обработки и структуру штампа по сечению. С помощью какого метода поверхностного упрочнения можно повысить работоспособность штампового инструмента.

Задача 30.

Пресс-форма для литья алюминиевых сплавов под давлением содержит около 0,4 % С; 0,3 % М; 1 % Si; 2,5 % W, 1 % V. Запишите марку стали, назовите режим ее термической обработки, структуру и свойства. Рекомендуйте режим упрочняющей ХТО, повышающей в 1,5...2 раза эксплуатационную стойкость пресс-формы.

Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.

Задача 1.

Трубки в паросиловых установках должны быть стойки против коррозии. Подобрать марку сплава на медной основе, пригодного для изготовления трубок и не содержащего дорогих элементов; привести состав выбранного сплава. Указать способ изготовления трубок и сравнить механические свойства выбранного сплава, получаемые после окончательной обработки, с механическими свойствами стали, стойкой против коррозии в тех же средах.

Задача 2.

В химическом машиностроении применяют специальные латуни для изготовления литьем коррозионностойких тяжело нагруженных деталей. Выбрать марку сплава с временным сопротивлением не ниже 450 МПа, привести его состав, механические свойства, структуру и указать, в каких средах такой сплав является устойчивым. Сопоставить механические свойства латуни выбранного состава с аналогичными свойствами латуни ЛС59-1 и указать область применения латуни ЛС59-1.

Задача 3.

Многие детали приборов и оборудования, подверженные действию морской воды, изготавливают из цветного сплава путем холодной деформации в несколько операций. Подобрать сплав, стойкий против действия морской воды и привести его химический состав. Указать режим промежуточной термической обработки выбранного сплава и привести его механические свойства после деформации и термической обработки. Сравнить состав стали, стойкой против действия морской воды; привести режим ее термической обработки, механические свойства и структуру.

Задача 4.

Некоторые детали арматуры турбин, котлов и гидронасосов и т.п., работающие во влажной атмосфере и изготавливаемые массовыми партиями литьем, имеют сложную форму. В процессе литья должна быть обеспечена максимальная точность размеров. Указать состав применяемого для этой цели цветного сплава, его структуру и механические свойства; привести способ литья, позволяющий создать требуемую высокую точность отливки с минимальной последующей механической обработкой. Привести химический состав стали для форм, применяемых для литья выбранного сплава, и указать режим термической обработки, а также структуру стали в готовом изделии.

Задача 5.

Необходимо изготовить зубчатые колеса из сплава, стойкого против действия воды и пара и обладающего небольшим коэффициентом трения. Сплав должен иметь временное сопротивление не ниже 350 МПа. Объяснить, почему в таких случаях не применяют нержавеющей сталь, стойкую против коррозии в условиях воды и пара. Указать состав и структуру цветного сплава, не содержащего дорогих элементов и пригодного для изготовления подобных зубчатых колес.

Задача 6.

Многие детали изготавливают из листа способом глубокой вытяжки. Выбрать состав цветного сплава, обладающего высокой пластичностью и хорошей способностью принимать вытяжку; привести его состав и структуру. Указать режим и назначение термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки для повышения пластичности, а также механические свойства после вытяжки и после термической обработки. Привести состав стали, применяемой для глубокой вытяжки, и сопоставить механические свойства выбранного цветного сплава с аналогичными свойствами стали.

Задача 7.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников двигателей внутреннего сгорания изготавливают из бронзы, отличающейся высокими антифрикционными свойствами и не содержащей особо дорогих элементов. Подобрать состав сплава и привести способ изготовления из него деталей, указать его строение и механические свойства, а также причины, по которым подобный сплав хорошо работает в условиях износа. Для сравнения привести состав и строение других антифрикционных сплавов, обладающих более низкими температурами плавления и применяемых для заливки подшипников.

Задача 8.

Арматура котлов, работающих в условиях пресной воды и пара под давлением до 2,5 МПа (краны, вентили и т.п.), а также трубки и корпуса приборов (например, манометров), работающие в аналогичных условиях, изготавливают из цветных сплавов, стойких против коррозии.

Указать состав, способ изготовления, структуру и механические свойства: сплава с хорошими литейными свойствами и хорошей обрабатываемостью резанием для изготовления арматуры; сплава высокой пластичности в холодном состоянии для изготовления трубок и корпусов приборов.

Задача 9.

Некоторые винты, болты, гайки и т.п. изготавливают из латуни на быстроходных станках – автоматах. Латунь, обладающая высокой вязкостью и пластичностью, не получает достаточно чистой поверхности при обработке резанием. Выбрать латунь, применение которой позволяет получить чистую поверхность и высокую производительность при обработке сплава резанием. Сравнить механические свойства и структуру выбранного сплава с аналогичными характеристиками латуни высокой вязкости и пластичности.

Задача 10.

Червяк редуктора для уменьшения коэффициента трения часто изготавливают из стали, а венец колес – из сплава на медной основе. Указать марку и состав сплава для венца, колеса, обладающего высоким антифрикционными свойствами и временным сопротивлением σ_B не ниже 250 МПа. Объяснить, как изменяются механические свойства сплава в зависимости от условий литья (в кокиль или в землю). Указать для сравнения состав, термическую обработку, структуру и механические свойства стали для изготовления червяка редуктора диаметром 30 мм, если временное сопротивление должно быть не ниже 700 МПа.

Задача 11.

Поршни многих двигателей внутреннего сгорания изготавливают из деформируемого сплава на алюминиевой основе с добавками легирующих элементов, способствующих сохранению механических свойств при нагреве до 250...300 °С. Указать состав и свойства сплава на алюминиевой основе, применяемого для этой цели, а также рекомендовать состав сплава на основе титана, обладающего повышенной прочностью при температурах до 400...500 °С и, таким образом, пригодного для изготовления поршней, работающих при более высоких температурах.

Задача 12.

Головки цилиндров поршневых автомобильных двигателей, работающих при повышенных температурах, изготавливают из легких сплавов литьем. Привести химический состав сплава, применяемого для этой цели, указать роль отдельных компонентов сплава, его структуру и механические свойства.

Задача 13.

Каркас самолета, рассчитанного на полет с дозвуковыми скоростями и воспринимающего значительные нагрузки, изготавливают часто из легкого сплава с пределом прочности не ниже 400 МПа. Привести состав и плотность сплава, а также режим термической обработки, структуру. Указать его механические свойства после каждой операции термической обработки, объяснив, какие превращения в сплаве соответствуют повышению прочности. Сопоставить механические свойства выбранного сплава с механическими свойствами хромоникелевой нержавеющей стали. При сопоставлении учесть, что детали должны обладать максимальной удельной прочностью при данной температуре.

Задача 14.

Детали самолетов, имеющих сравнительно сложную форму (педали, рычаги, стойки педалей и т.п.), изготавливают из сплава с малой плотностью с хорошими литейными свойствами, обладающего, кроме того, хорошей обрабатываемостью резанием. Временное сопротивление его должно быть не ниже 220 МПа. Рекомендовать состав сплава, а также режим термической обработки; указать структуру и механические свойства в готовом изделии. Сопоставить механические свойства и режим термической обработки выбранного сплава с аналогичными свойствами и режимом термической обработки пластически деформируемого сплава на алюминиевой основе.

Задача 15.

Топливные и масляные баки и некоторые другие детали самолетов изготавливают из сплава плотностью 1,7 кг/см³. Этот сплав имеет высокую пластичность в горячем состоянии, стойкость против коррозии, а также допускает сварку длинных швов. Привести химический состав сплава, его структуру и механические свойства. Сопоставить состав, структуру, механические свойства, и плотность выбранного сплава с химическим составом и аналогичными свойствами материалов, стойких против коррозии в условиях морской воды и влаги: алюминиевого сплава и легированной стали.

Задача 16.

Тормозные колодки, барабаны, кронштейны и тому подобные детали самолетов во многих случаях изготавливают из сплава с минимальной плотностью. Рекомендовать состав из сплава, применяемого для этой цели, и технологический процесс изготовления деталей. Указать возможность термической обработки сплава, режим последней, механические свойства в готовом изделии и возможности повышения коррозионной устойчивости сплава. Привести плотность выбранного сплава и дуралюмина.

Задача 17.

Отдельные нагруженные детали самолетов, например, тяги управления, изготавливают из легкого сплава с пределом прочности не ниже 400...450 МПа. Привести состав и плотность сплава, а также режим термической обработки и указать структуру и механические свойства после каждой операции термической обработки. Указать способы повышения коррозионной стойкости деталей из этого сплава. Отдельные высоконагруженные элементы самолета можно изготовить также из сплава имеющего плотность 4,5 кг/м³, предел текучести 750 МПа и обладающего очень высокой стойкостью против коррозии (в частности, в морской воде). Указать сплав, соответствующий этим повышенным требованиям.

Задания для выполнения лабораторных работ

Вопросы для устного опроса

Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.

Лабораторная работа №1. Влияние степени холодной деформации на структуру и свойства металлов.

- 1 Что такое напряжение?
- 2 Чем отличаются касательные напряжения от нормальных?
- 3 Что такое твердость?
- 4 Чем отличаются внутренние напряжения от внешних?
- 5 Что такое ударная вязкость и выносливость металла?
- 6 В чем отличия упругой и пластической деформации?
- 7 Как изменяются твердость и относительное удлинение при холодной деформации?
- 8 Что такое наклеп?
- 9 Дайте характеристику явления текстуры.
- 10 Чем отличаются холодная и горячая деформации?
- 11 Сущность процессов при нагреве деформированного металла.
- 12 Чем отличается процесс возврата от рекристаллизации?
- 13 Как изменяются структура и свойства деформируемого металла при нагреве?
- 14 Определите температурный порог рекристаллизации для свинца ($T_{\text{плавл}} = 327^{\circ}\text{C}$), алюминия ($T_{\text{плавл}} = 660^{\circ}\text{C}$), меди ($T_{\text{плавл}} = 1083^{\circ}\text{C}$).
- 15 Назначить температуру рекристаллизационного отжига для холоднодеформированного свинца, алюминия, меди.

Лабораторная работа №2. Влияние температуры нагрева на структуру и свойства холоднодеформированного металла

- 1 Охлаждающие среды при термической обработке.
- 2 В чем отличия структур изотермического отжига и отпуска?

3 Какие бывают виды отпуска стали? Назначение и особенности превращений.

4 Что такое термоулучшение? Назначение и особенности превращений.

5 Почему существуют интервалы температур нагрева при термообработке сталей?

6 Что такое отпускная хрупкость? Ее разновидности.

7 В чем заключается сущность мартенситного превращения?

8 В чем отличия превращений при процессах отпуска и старения?

9 Способы поверхностной закалки, их особенности.

10 Чем отличаются технологии ВТМО и НТМО.

11 В чем сущность термоциклической обработки?

Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.

Лабораторная работа №3. Металлографический анализ металлов и сплавов.

1. Какое различие между макро- и микроанализом?

2. Какие задачи решает макроанализ?

3. Какие задачи решает микроанализ?

4. Из каких операций состоит технология приготовления микрошлифа?

5. Для чего производят травление микрошлифа?

6. Как подсчитать общее увеличение микроскопа?

7. Как подсчитать полезное увеличение микроскопа?

8. Как определить разрешающую способность микроскопа?

9. Что больше – полное или полезное увеличение микроскопа?

10. Почему увеличение и разрешающая способность электронного микроскопа больше, чем у оптического микроскопа?

Лабораторная работа №4. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов.

1. Какие железоуглеродистые сплавы относятся к техническому железу, сталям и чугунам?

2. Какая из структур железоуглеродистых сплавов является механической смесью феррита и цементита?

3. Что такое фаза?

4. Что такое аустенит?

5. Что такое феррит?

6. Что такое цементит?

7. Какими линиями диаграммы ограничивается температурный интервал первичной кристаллизации?

8. В чем состоит сущность эвтектического превращения?

9. В чем состоит сущность эвтектоидного превращения?

10. Что такое ледебурит?

12. На какой линии происходят эвтектические превращения?

13. На какой линии происходят эвтектоидные превращения?

14. Содержание углерода в цементите?

Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.

Лабораторная работа №5. Изучение микроструктуры стали в равновесном состоянии.

1. Какие твердые фазы образуются в системе Fe – Fe₃C?
2. Что представляет собой феррит в углеродистых сталях и какие его свойства?
3. Чем объяснить очень малое содержание углерода в феррите?
4. Что представляет собой цементит, какие у него свойства?
5. Можно ли считать перлит фазой? Какое он имеет строение?
6. Какими свойствами обладает пластинчатый перлит?
7. Как рассчитать содержание углерода в доэвтектоидных сталях, пользуясь правилом отрезков?
8. Почему увеличивается прочность доэвтектоидной стали с увеличением содержания углерода?

Лабораторная работа №6. Изучение структуры и механических свойств чугунов

1. Почему белый чугун имеет ограниченное применение как конструкционный материал?
2. Какая роль кремния при формировании структуры серого чугуна?
3. От чего зависит микроструктура металлической основы серого чугуна?
4. Какие серые чугуны прочнее ферритные или перлитные и почему?
5. Химический состав серого и высокопрочного чугунов по углероду и кремнию может быть одинаковым. Почему же у них разная форма графита?
6. Приведите марки самых прочных ферритных и перлитных серых и высокопрочных чугунов. Сравните их.
7. Почему для толстостенных чугунных отливок из СЧ и ВЧ уменьшают в жидком чугуне содержание С и Si?
8. Почему ковкий чугун применяется для отливок с толщиной стенок не более 40 – 50 мм?
9. Почему в ковком чугуне меньше содержания углерода, чем в сером и высокопрочных чугунах?
10. Какая форма графита в чугунах марок АЧС-1, АЧВ-1, АЧК-1?

Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.

Лабораторная работа №7. Измерение твердости металлов и сплавов

1. Что такое твёрдость?
2. Что принимается за единицу твёрдости по Бринеллю?
3. Как осуществляется выбор нагрузки?
4. Условия выбора диаметра шарика.
5. Как определяется твёрдость по методу Бринелля?
6. Способ записи числа твёрдости по Бринеллю.

7. Каковы преимущества метода Бринелля?
8. Каковы недостатки метода Бринелля?
9. На каком расстоянии должны находиться отпечатки от края образца и друг от друга при измерении твёрдости методом Бринелля и Роквелла?
10. Что принимается за единицу твёрдости по Роквеллу?
11. Как выбирается индентор (наконечник) для испытания при использовании метода Роквелла?
12. Как обеспечивается предварительная нагрузка при испытании на твердо-мере Роквелла?
13. Чему равна нагрузка (предварительная, основная и общая) при измерении твёрдости по шкалам А, В, С?
14. Для измерения каких материалов служат шкалы А, В, С?
15. Как записывается твёрдость по Роквеллу?
16. Как определяют твердость методом Шора?
17. Какие преимущества и недостатки имеет прибор Time ТН-130?

Лабораторная работа №8. Изучение структуры сталей в неравновесном состоянии.

1. Каково отличие структур сорбита и троостита закалки от перлита?
2. Почему сорбит и троостит закалки в конструкционных сталях называют квазиэвтектоидными структурами?
3. В какой структуре при закалке конструкционной стали содержится больше углерода – в сорбите или в троостите?
4. Почему сорбит и троостит относятся к неравновесным структурам?
5. Каково отличие структур закалки доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей при скоростях охлаждения, когда аустенит полностью распадается?
6. Каково отличие структуры мартенсита при низком и высоком содержании углерода в стали?
7. При каких содержаниях углерода в закаленной углеродистой стали наблюдается остаточный аустенит?
8. Чем объясняется высокая твердость мартенсита в стали?
9. Что понимается под терминами: бесструктурный мартенсит, скрытокристаллический мартенсит?
10. Какой физический смысл в терминах: мелкоигльчатый мартенсит, крупноигльчатый мартенсит?

Лабораторная работа №9. Отпуск закаленной стали.

1. Какую структуру имеет закаленная сталь 40Х?
2. Что такое отпуск закаленной стали?
3. Какие превращения происходят при низком отпуске?
4. Какие превращения происходят при среднем отпуске?
5. Какие превращения происходят при высоком отпуске?
6. Как влияет отпуск на механические свойства стали?

7. Как зависят механические свойства стали при отпуске от исходной структуры закаленной стали?
8. С какой целью и для каких изделий используется низкий отпуск?
9. С какой целью и для каких изделий используется средний отпуск?
10. С какой целью и для каких изделий используется высокий отпуск?

Лабораторная работа №10. Определение прокаливаемости стали.

1. Влияние легирующих элементов на структуру стали.
2. Влияние легирующих элементов на механические свойства стали.
3. Влияние легирующих элементов на температуры закалки стали.
4. Влияние легирующих элементов на критическую скорость закалки стали.
5. Влияние легирующих элементов на критические точки по диаграммам состояния стали.
6. Прокаливаемость.
7. Экспериментальные методы определения прокаливаемости.
8. Необходимость и преимущества применения легированных сталей.
9. Технологические моменты выполнения лабораторной работы;

Лабораторная работа №11. Изучение микроструктуры стальных деталей после цементации

1. Для чего применяют цементацию стальных деталей?
2. Какие стали используют для цементации?
3. В чем состоит сущность процесса цементации?
4. Какая температура и продолжительность цементации?
5. Какая обычная толщина цементации и насыщенность углеродом в поверхностном слое?
6. Что принимают за толщину цементации?
7. Какая термическая обработка деталей применяется после цементации?
8. Какие цели преследует термическая обработка после цементации?
9. Какая микроструктура стали должна быть в сердцевине тяжело нагруженных цементованных деталей после термической обработки?
10. Когда можно допустить в сердцевине цементованных деталей после термообработки ферритно-перлитную структуру?

Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.

Лабораторная работа №12. Маркировка и назначение сталей

Дать характеристику стали (варианты заданий в табл.):

- а. Прочитать вслух марку стали.
- б. Указать металлургическое качество стали.
- в. Указать назначение стали.
- г. Указать химический состав стали по марке.

- 1 Ст3Гпс, 20ХР, 12ХГНФАЮ, 2Х13В8К10, Р6М5, 14Х17Н2
- 2 Ст3кп, 50Г2, 15Г2СФ, 5ХНМ, Р12, 07Х13АГ20

- 3 Ст2кп, 38ХМЮА, 16Г2АФпс, 2Х12В3МФ, Р7Т, 08Х21Н6М2Т
- 4 Ст6сп, 40ХФА, 12Г2СМФ, 6ХНФ, Р9, 09Х15Н8Ю
- 5 Ст1сп, 50ХГ, 15ХГ2СФР, 9ХФ, Р6М3, 14Х18Н4Г4Л
- 6 Ст6пс, 20ХГР, 14ХГНСФР, 8Х4В4Ф, Р9М4, 12Х18Н12БЛ
- 7 Ст5сп, 50ХГА, 12ХГ2СМФ, 4Х5В4ФСМ, Р12М3, 31Х19Н9МВБТ
- 8 Ст4пс, 45ХН, 12ХГНФАЮ, 2Х12В7К5, Р18Ф2, 15Х23Н18Л
- 9 Ст1сп, 60С2ХА, 15ГСМХР, ХГ3М, Р14Ф4, 12Х18Н12М3Т
- 10 Ст4пс, 40ХН3А, 14Х2ГМР, У11А, Р9Ф5, 12Х25Н5ТМФЛ
- 11 Ст5Гпс, 18ХГТ, 14ГНФБАЮ, 4ХНМ, Р6М5Ф3, 120Г10ФЛ
- 12 Ст6пс, 40ХС, 09Г2СЮЧ, 4Х13, Р5М4Ф4, 20Х21Н46В8РЛ
- 13 Ст2сп, 50ХН, 10ХСНД, Х6ВФ, Р18Ф3, 10Х18Н11БЛ
- 14 Ст3пс, 85, 15ХСНД, 9Г2Ф, Р14Ф4, 110Г13ФТЛ
- 15 Ст4 пс, 50ХФА, 15ГФ, ХВГ, Р9Ф5, 110Г13Х2БРЛ
- 16 Ст3сп, 70, 09Г2С, ХВСГ, Р12Ф3, 15Х18Н22В6М2Р
- 17 Ст5пс, 60С2Н2А, 15Г2АФДпс, У10А, Р9К10, 10Х18Н9Л
- 18 Ст3кп, 70С2ХА, 12ГН2МФАЮ, Х12Ф1, Р18К5Ф2,
10Х18Н3Г3Д2Л
- 19 Ст3Гсп, 70С3А, 12Г2АМФ, 6Х2С, Р10К5Ф5, 130Г14ХМФАЛ
- 20 Ст6пс, 65ГС, 15ХСНД, 9ХВФ, Р12Ф4К5, 15Х18Н22В6М2
- 21 Ст2пс, 35ХМ, 16Г2АФД, 7ХГ2ВМ, Р10М4Ф3К10, 09Х16Н4БЛ
- 22 Ст3сп, 45Г2, 12ГН2МФАЮ, 3Х2В8Ф, Р18Ф2К5, 09Х17Н3С
- 23 Ст4кп, 50ХГФА, 18Г2АФДпс, У13А, Р18Ф2К8М,
10Х17Н10Г4МБЛ
- 24 Ст4сп, 12Х5МА, 12ХГН2МБАЮ, 6ХС, Р15Ф2К5,
08Х17Н34В5Т3Ю2Р
- 25 Ст1кп, 08кп, 15Х2ГН2ТА, 4Х5МС, Р10Ф5К5, 07Х17Н16ТЛ
- 26 Ст1пс, 38ХА, 12ГН2МФАЮ, 4Х3ВМФС, Р2М8К5, 07Х18Н9Л
- 27 Ст4кп, 15ХФ, 12Г2СМФЮ, 9ХФ, Р14Ф4, 08Х14Н7М
- 28 Ст0, 65С2ВА, 12Г2АМФ, 4Х5В2ФС, Р9Ф5, 16Х18Н12С4ТЮЛ

Лабораторная работа №13.Изучение микроструктуры инструментальных сталей и сплавов

1. Какое преимущество имеют низколегированные инструментальные стали по сравнению с углеродистыми?
2. Расшифруйте марки инструментальных сталей: У10, Х, 9ХС, Х6ВФ, Х12М.
3. Расшифруйте марки быстрорежущих сталей Р18 и Р6М5.
4. Расшифруйте марки твердых сплавов: ВК6, ВК15, Т5К10Д30К4.
5. Какое различие по структуре между твердыми сплавами ВК15 и Т5К10?
6. Какая сталь имеет больше карбидов в структуре - Х или Х12М и почему?
7. Какие легирующие элементы присутствуют в быстрорежущих сталях Р18 и Р6М5?

8. Какая должна быть термическая обработка быстрорежущих сталей для обеспечения высокой твердости и красностойкости?

9. Подвергаются ли твердые сплавы типа ВК и ТК закалке?

Чем объясняется высокая твердость и износостойкость твердых сплавов?

Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.

Лабораторная работа №14. Изучение структуры цветных сплавов.

1. Какой химический состав имеют дуралюмины марок Д1 и Д16?

2. Чем отличаются по структуре литейные сплавы алюминия от деформируемых?

3. Для чего производят модифицирование силумина АЛ2?

4. В чем состоит принципиальное отличие классических определений латуни и бронз?

5. Как маркируются двухкомпонентные латуни?

6. Какое отличие в маркировке деформируемых и литейных специальных латуней?

7. Какое отличие в маркировке деформируемых и литейных бронз?

8. Какие сплавы называют баббитами?

9. На чем основана антифрикционность баббитов?

10. Для чего в состав баббитов вводят медь?

Лабораторная работа №15. Микроструктурный анализ пластмасс

1. Какие структурные составляющие обнаружены в микроструктуре исследованных композиционных пластмасс?

2. Какую часть площади занимают в каждой микроструктуре структурные составляющие?

3. Какие технологические дефекты обнаружены в плоскости шлифа?

4. Какие свойства пластмасс определяются исследованными структурами?

5. Какие типы и группы армированных пластиков исследовались?

6. Какое влияние на прочность и плотность могут оказать обнаруженные особенности микроструктуры пластмасс?

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля⁴

Вопросы к экзамену

1. В каком температурном интервале образуется сорбит при изотермическом пре-вращении аустенита?

2. К чему приводит повышение температуры нагрева доэвтектоидной стали под закалку от (Ac1 + 50 □) до (Ac3 + 50 □)?

3. Почему мартенсит имеет тетрагональную решётку?
4. С какой целью проводят закалку стали?
5. Чем отличается перлит от сорбита и троостита?
6. От чего зависит степень дисперсности (размер зерна) продуктов перлитного превращения?
7. От чего зависит температура нагрева стали под закалку?
8. Чем отличается мартенсит от аустенита, из которого он образовался?
9. Чем отличается структура стали У12 после закалки с температуры ($A_{c1} + 50$ °C) от структуры после закалки с температуры ($A_{c1} + 50$ °C)?
10. Как влияет повышение содержания углерода в доэвтектоидной стали на температуру нагрева стали под закалку?
11. Что является обязательным результатом закалки?
12. Каков механизм перлитного превращения?
13. От чего зависит закаливаемость стали (твёрдость после закалки)?
14. Как называется пересыщенный твёрдый раствор углерода в железе?
15. Как изменяются свойства закалённой стали при увеличении содержания углерода до 0,8 %?
16. Чем объясняется высокая твёрдость и прочность закалённой стали?
17. Объясните, почему для конструкционных сталей не применяют закалку от температур несколько выше A_{c1} .
18. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая полной растворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объёмы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
19. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, для доэвтектического сплава постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объёмы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
20. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, для заэвтектического сплава постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объёмы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
21. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая образования устойчивых промежуточных соединений, нанесите области фазовой однородности, для сплава содержащего устойчивое промежуточное соединение постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объёмы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
22. Изобразите диаграмму состояния сплавов Fe – Fe₃C, нанесите области фазовой однородности, для типовых сплавов постройте кривую кристаллизации с

применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области при различных температурах, определите при этом объемы фаз, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.

23. Изобразите диаграмму состояния сплавов железо – графит, нанесите области фазовой однородности, для типовых сплавов постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области при различных температурах, определите при этом объемы фаз, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.

24. Пружины изготавливаются из стали 65Г. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

25. Зубчатые колеса изготавливаются из стали 40ГР и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

26. Валы редуктора изготавливаются из стали 40Х и должны иметь наилучшее сочетание прочности и вязкости. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

27. Звездочки цепной передачи изготавливаются из стали 45 и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

28. Измерительный инструмент – пробка изготовлена из стали 15ХН. Назначьте термообработку, опишите режимы, фазовые превращения и структуру стали.

29. Зубило изготовлено из стали У7А. Назначьте термообработку, опишите превращения и структуру стали.

30. Фреза изготовлена из стали Р18. Назначьте термообработку, опишите режимы, фазовые превращения и структуру стали

31. Сверла изготавливаются из стали Р6М5. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

32. Напайка токарного резца изготовлена из сплава ВК8. Опишите технологию изготовления, структуру и свойства

33. Тела качения подшипников изготавливаются из стали ШХ10. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

34. Методом глубокой штамповки за несколько переходов изготавливают детали из стали 10пс. Опишите термообработку и структурные изменения происходящие при этом.

35. Напильники изготавливаются из стали У10. Назначьте термообработку, опишите ее режимы, фазово-структурные превращения и конечную структуру стали

36. Гильза цилиндра внутреннего сгорания изготавливается из стали 38ХМЮА и должна обладать высокой поверхностной твердостью и износостойкостью. Назначьте упрочняющую термообработку, опишите режимы, фазовые и структурные превращения и структуру стали в упрочненном состоянии.

37. Зубчатые колеса изготавливаются из стали 12ХНЗА и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

38. Валы редуктора изготавливаются из стали 45 и должны иметь наилучшее сочетание прочности и пластичности. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали

39. Укажите назначение и области применения ниже перечисленных сталей и сплавов: Ст.6сп, 12Х2Н4А, 40ХГФ, Ас20ХГНМ, 65ГА, ШХ 20СГ, У7, Р9, 9ХС, Ст.2сп, 15Х, 40Х, А30, 60С2, У13, Р6М5, Х, Ст.3пс, 15ХФ, 45Г, АС14, 50ХГА, ШХ 10, У8А, Р9Ф5, 9Х, Ст.3кп, 18ХГ, 40Г, А35, 70, ШХ 4, У13А, Р6М3, Ст.1пс, 20ХН, 40, А11, 55С2, ШХ 15СГ, У8, Р9, Ст.1кп, 12ХН2, 50, А20, 65, ШХ 15, У10, Р12, Ст.0, 20ХН, 40, А12, 50Г, У7А, Р18, ХВГ, Ст.6пс, 14Х2Н3МА, 50ХН, АС30ХМ, 60С2ХФА, У11, 11Х, Ст.5Гпс, 15Х2М, 30ХМ, АС38ХГМ, 60С2ХА, У7А, Р9К10.

1.

Экзаменационные билеты.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.
2. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45...50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращения и какая структура получается в данном случае.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?
2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.
2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации
2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит + мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6.

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.

3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в этом случае.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,7% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20...25 НRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура образуется в данном случае.

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.
2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,0% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая 45 HRC, вторая – 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 45.

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9.

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.
2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. С помощью диаграммы состояния железо-карбид железа установите температуру полного и неполного отжига и нормализации стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?
2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60...63 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Опишите линейные несовершенства кристаллического строения. Как они влияют на свойства металлов и сплавов.
2. В чем различие между упругой и пластической деформацией, между хрупким и вязким разрушением.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 50HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращения и какая структура получается в данном случае.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12.

1. Как влияет степень чистоты металла и наличие примесей в сплаве на протекание процесса кристаллизации?
2. Как и почему изменяется плотность дислокаций при пластической деформации? Влияние дислокаций на свойства металла.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для эвтектоидной стали и нанесите на нее кривую режима изотермического отжига. Опишите превращения и получаемую после такой обработки структуру, ее свойства.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13.

1. Как влияет степень переохлаждения на величину зерна при кристаллизации?
2. Какие процессы протекают при нагреве деформированного металла выше температуры рекристаллизации? Как изменяются при этом структура и свойства?
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Что такое нормализация? Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите температуру нормализации стали 45 и стали У12. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14.

1. Что такое мозаичная (или блочная) структура металла?
2. Что такое временное сопротивление разрыву (σ_B)? Как определяется эта характеристика механических свойств?
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Режущий инструмент из стали У10 был перегрет при закалке. Чем вреден перегрев и как можно исправить этот дефект? Произведите исправление структуры и назначьте режим термической обработки, обеспечивающий нормальную работу инструмента. Опишите его структуру и свойства.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15.**

1. От каких основных факторов зависит величина зерна закристаллизовавшегося металла и почему?
2. Каким видом пластической деформации (холодной или горячей) является деформирование железа при температуре 500 °С. Объясните, как при этом изменяются структура и свойства железа.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,9% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Используя диаграмму состояния железо-цементит и график зависимости твердости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) различных приспособлений из стали 45, которые должны иметь твердость 28...30 HRC. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, получаемую структуру.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16.**

1. Опишите линейные несовершенства кристаллического строения. Как они влияют на свойства металлов и сплавов.
2. Объясните характер и природу изменения свойств металла при пластической деформации.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,3%С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае?

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17.**

1. Объясните механизм влияния различного типа модификаторов на строение литого металла.
2. Для каких практических целей применяется наклеп? Объясните сущность этого явления.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-углерод, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 25 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18.**

1. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения? Приведите примеры.
2. Как и почему при холодной пластической деформации изменяются свойства металлов?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-карбид железа и графика зависимости твердости от температуры отпуска назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) изделий из стали 50, которые должны иметь твердость 230...250 НВ. Опишите микроструктуру и свойства стали 50 после термической обработки.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19.

1. Какими свойствами обладают металлы и какими особенностями типа связи эти свойства обусловлены?

2. Какая температура разделяет районы холодной и горячей пластической деформации и почему? Рассмотрите на примере меди.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,3% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали У10. Охарактеризуйте эти виды термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого режима термообработки.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20.

1. Опишите условия получения мелкозернистой структуры металла при самопроизвольно развивающейся кристаллизации (используя кривые Тамманна).

2. Что такое холодная деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металла?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки для углеродистой стали 45, необходимый для обеспечения твердости 550 НВ. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую после обработки структуру.

Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21.

1. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?

2. Как устанавливается температура порога рекристаллизации металла и сплава? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,3% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. После закалки углеродистой стали была получена структура мартенсит + цементит. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату (примерно) обрабатываемой стали, укажите

температуру ее нагрева под закалку. Опишите превращения, которые произошли при нагреве и охлаждении стали.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22.**

1. Как влияет степень переохлаждения на величину зерна при кристаллизации?
2. Что такое относительное удлинение? Как определяется эта характеристика механических свойств металла?
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,0% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 450 НВ. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае?

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.**

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову.
2. Какая температура разделяет районы холодной и горячей пластической деформации и почему? Рассмотрите на примере железа.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24.**

1. Начертите диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.
2. В чем сущность и назначение дробеструйной обработки?
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,0% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Опишите, в чем заключается низкотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали. Почему этот процесс приводит к получению высокой прочности стали? Какими преимуществами и недостатками обладает вариант низкотемпературной термомеханической обработки по сравнению с высокотемпературной термомеханической обработкой?

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25.

1. Какие из распространенных металлов имеют объемно центрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите ее параметры, координационное число.
2. Укажите назначение и выбор режима рекристаллизационного отжига. Рассмотрите на примере алюминия.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. В структуре углеродистой стали 30 после закалки не обнаруживается остаточного аустенита, а в структуре стали У12 наблюдается до 30% остаточного аустенита. Объясните причину этого явления. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26.

1. Объясните сущность явления дендритной ликвации и методы ее устранения.
2. Какими стандартными характеристиками механических свойств описывается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,2%С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Как можно устранить крупнозернистую структуру в ковеной стали 30? Используя диаграмму состояния железо-цементит, обоснуйте выбор режима термической обработки для исправления структуры. Опишите структурные превращения и характер изменения свойств.

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к цирконию. Начертите элементарные кристаллические ячейки, укажите их параметры и координационное число.
2. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?
3. Вычертите диаграмму состояния железо – углерод, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. В чем отличие процесса в твердом карбюризаторе от процесса газовой цементации? Как можно исправить крупнозернистую структуру перегрева цементированных изделий?

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Что такое твердый раствор? Виды твердых растворов, примеры.
2. Под действием каких напряжений происходит пластическая деформация, и как при этом изменяются структура и свойства металла?
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо-цементит, определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 15. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите микроструктуру и свойства стали.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28.**

1. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла? Объясните сущность воздействия.
2. Какая термическая обработка применяется после холодной пластической деформации для устранения наклепа? Обоснуйте выбор режима (на примере алюминия)
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,5% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. С помощью диаграммы состояния железо-карбид железа определите температуру нормализации, отжига и закалки стали 45. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства после каждого вида обработки.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29.**

1. Как влияет модифицирование на строение и свойства литого металла? Объясните причину воздействия.
2. Что такое предел усталости? Опишите методику определения этой характеристики свойств металла.
Предел усталости – механическая характеристика материалов: наибольшее напряжение цикла, которое материал может выдержать повторно N раз без разрушения, где N – заданное техническими условиями большое число (напр., 10^6 , 10^7 , 10^8).
3. Вычертите диаграмму состояния железо – углерод, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Для каких сталей применяется отжиг на зернистый перлит? Объясните выбор режима и цель этого вида обработки.

**Дисциплина: «Материаловедение» Кафедра: ОТМ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30.**

1. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения металла. Какого их влияние на свойства?
2. Детали из меди, штампованные в холодном состоянии, имели низкую пластичность. Объясните причину этого явления и укажите, каким способом можно восстановить пластичность. Назначьте режим обработки и приведите характер изменения структуры и свойств.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. В чем заключается обработка стали холодом, и в каких случаях она применяется?

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 31.

1. Начертите диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов. Опишите строение различных сплавов, образующихся в этой системе.
2. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации металла? Влияние дислокаций на свойства металла.
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 500 НВ. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае?

Дисциплина: «**Материаловедение**» Кафедра: **ОТМ**
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 32.

1. Как влияют модификаторы на процесс кристаллизации? Приведите примеры практического использования процесса модифицирования.
2. Как определяется температура порога рекристаллизации? Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на эту температуру?
3. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?
4. Что такое закалка? Используя диаграмму состояния железо-цементит укажите температуру нагрева под закалку стали 40 и У10. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме термической обработки, получаемую структуру и свойства.

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета:

- а) оценка «отлично» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы полностью на продвинутом уровне;
- б) оценка «хорошо» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на повышенном уровне;
- в) оценка «удовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на пороговом уровне;
- г) оценка «неудовлетворительно» - компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценка «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Пятибалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические и лабораторные задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические и лабораторные задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции²:

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Упрочнение металла при пластической деформации объясняется 1. увеличением количества дислокаций 2. изменением формы зерен 3. увеличением количества точечных дефектов 4. уменьшением количества дислокаций 5. полигонизацией	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
2.		Способность материала сопротивляться внедрению другого, более твердого тела называется 1. прочностью 2. вязкостью 3. упругостью 4. твердостью 5. пластичность	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
3.		Упрочнение металла в процессе холодной пластической деформации называется 1. рекристаллизация 2. возврат 3. наклеп 4. кристаллизация 5. усадка	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

² Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
4.		<p>В качестве матрицы полимерного композиционного материала используются</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. химические волокна 2. дисперсные наполнители 3. отвердители 4. полимеры 5. пластификаторы 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
5.		<p>В результате вулканизации каучука при изготовлении резинотехнических изделий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. происходит рост макромолекул каучука 2. не происходит роста макромолекул каучука 3. происходит образование поперечных сшивок между макромолекулами каучука 4. пространственная сетка не образуется; 5. происходит деструкция каучука 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
6.		<p>Краевая дислокация в металлах это</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. граница зерна 2. граница субзерна 3. край экстраплоскости 4. вакансия 5. дислоцированный атом 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
7.		<p>Свойство твердых тел необратимо поглощать энергию при пластичной деформации</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. прочностью 2. вязкостью 3. упругостью 4. твердостью 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		5. пластичность		
8.		Свойство сплавов уменьшать линейные и объемные размеры при затвердевании 1. рекристаллизацией 2. усадкой 3. ликвацией 4. жидкотекучестью 5. вязкостью	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
9.		Чугун – это: 1. Элемент периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева 2. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве до 2,14%. 3. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве свыше 2,14%. 4. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве до 2,14%, и марганцем, серой, кремнием, фосфором. 5. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве свыше 2,14%, и марганцем, серой, кремнием, фосфором.	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
10.		Сталь – это: 1. Элемент периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева 2. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве до 2,14%. 3. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве свыше 2,14%. 4. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве до 2,14%, и марганцем, серой, кремнием, фосфором. 5. Сплав железа с углеродом, содержание последнего в сплаве свыше 2,14%, и марганцем, серой, кремнием, фосфором.	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
11.		<p>Микроструктура доэвтектоидных сталей в равновесном состоянии</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) феррит 2) перлит 3) феррит и перлит 4) феррит и цементит 5) перлит и цементит 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
12.		<p>В чем состоит отличие полиморфизма от рекристаллизации при нагреве металла?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) скорость процесса больше 2) скорость процесса меньше 3) меняется форма зерен 4) меняется тип кристаллической решетки 5) образуется двухфазная структура 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
13.		<p>Каково влияние углерода на пластичность стали?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) снижает незначительно 2) снижает сильно 3) повышает незначительно 4) повышает существенно 5) не влияет 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
14.		<p>Как называется термическая обработка стали, состоящая в нагреве ее выше А3 или А_с, выдержке и последующем быстром охлаждении?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Истинная закалка. 2) Полная закалка. 3) Неполная закалка. 4) Нормализация. 	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
15.		Что означают числа в маркировке чугунов? 1) форму графитовых включений 2) количество перлита 3) механические свойства 4) количество структурных составляющих 5) содержание углерода	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
16.		Как называют литейные алюминиевые сплавы типа алюминий-кремний? 1) дуралюмин 2) силхром 3) силикат 4) силумин 5) ситалл	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
17.		Как называется структура, представляющая собой механическую смесь аустенита и цементита? 1. Перлит. 2. Феррит. 3. Ледебурит. 4. δ-феррит.	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
18.		Количество атомов, приходящееся на одну элементарную ячейку в ОЦК решетке 1) 2; 2) 4; 3) 3; 4) 4	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
19.		Неравномерность свойств кристалла в различных кристаллографических направлениях	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		1) ликвацией; 2) анизотропией; 3) текстурой; 4) полиморфизмом		
20.		Содержание углерода по массе в процентах в сплаве эвтектичного состава 1) 0,8; 2) 2,14; 3) 4,3; 4) 6,67	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
21.		Сталь имеющая большую прокаливаемость? 1) 40Х; 2) 40; 3) 45; 4) У7	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
22.		Какая сталь будет иметь большую твердость после закалки? 1) Ст0; 2) Сталь 60; 3) У9; 4) сталь 30	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
23.		Низколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов 1) менее 2,5 %; 2) менее 10 %; 3) менее 15 %; 4) менее 5 %	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
24.		.Быстрорежущие стали легируют в основном химическим элементом? 1) Cr; 2) W; 3) Cu; 4) Mn	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
25.		Простыми пластмассами называют? 1) полимеры без добавок; 2) полимеры и наполнители; 3) полимеры и стабилизаторы; 4) полимеры и пластификаторы	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
26.		Кристаллизация металлов это переход из одного состояния в другое: 1) - жидкого в кристаллическое 2) - твердого в жидкое 3) - кристаллического в жидкое 4) – жидкого в пар	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
27.		Сплавы, содержащие от 4.3 до 6.67 % углерода называют: 1) - заэвтектические чугуны 2) - доэвтектические чугуны 3) - доэвтектоидные стали 4) - эвтектоидные стали	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
28.		Процесс насыщения поверхностного слоя стали азотом называется: 1) азотированием 2) цианированием 3) цементацией 4) металлизацией	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
29.		Какой термической обработке подвергаются детали после цементации? 1) не требуется 2) заалке и отпуску 3) отпуску 4) заалке	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
30.		Для режущего инструмента не применяют сталь: 1) У10, У11, У12, У13 2) Ст. 3 3) У7 и У8 4) Р 18	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
31.		Жаропрочными называют стали и сплавы, способные работать под напряжением при: 1) высоких температурах 2) высоких давлениях 3) с высокой пластичностью 4) сталь 45	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
32.		Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
33.		Опишите виды твердых растворов?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
34.		Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
35.		Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
36.		Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		использования.		
37.		Опишите явление полиморфизма в приложении к железу?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
38.		Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
39.		В чем сущность процесса модифицирования?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
40.		В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
41.		Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
42.		Опишите линейные несовершенства кристаллического строения?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
43.		В чем различие между упругой и пластической деформацией?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
44.		Что такое временное сопротивление разрыву (σ_B)?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
45.		Каким видом пластической деформации (холодной или горячей) является деформирование железа при температуре 500 °С.	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
46.		Какие из распространенных металлов имеют гексагональный тип кристаллической решетки?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
47.		Что такое дендрит?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
48.		Что такое эвтектика? Приведите пример какого-либо сплава, имеющего строение эвтектики?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}
49.		Чем объясняются высокие электро- и теплопроводность металлов?	УК-1 УК-2	ИД-5 _{УК-1} ИД-8 _{УК-2}