

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АКБУЛАКСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ОП.03 «Основы материаловедения» (63ч.)

по профессии 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной
сварки (наплавки))»

Квалификация: Сварщик

Форма обучения: очная

Нормативный срок обучения: 2г.10 мес.

База обучения: основное общее
образование

Методические рекомендации учебной дисциплины «Основы материаловедения» разработана на основе ФЗ от 29 января 2016 г. № 50. «Об образовании в Российской Федерации» № 50, и Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО)

15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))»

код, наименование специальности(ей)

Организация-разработчик: ГАПОУ «Акбулакский политехнический техникум»

Разработчик: Бабина Дарья Валерьевна, преподаватель специальных дисциплин

Рецензент: Вивтоненко Максим Александрович, заместитель директора по УПР

Рекомендованы Методическим советом ГАПОУ «Акбулакский политехнический техникум», протокол № 10 от 10.06 2021 г.

Рассмотрены методической комиссией

Полодецкая Т.В., протокол № 11 от 14.06 2021 г.

Утверждены заместителем директора по УР ГАПОУ «Акбулакский политехнический техникум»

21.06.2021 г.

Полодецкая Т.В. Полодецкая Т.В.

(подпись, Ф.И.О.)

Введение

В данном методическом пособии приведены указания по выполнению практических и лабораторных работ по темам дисциплины, указаны темы и содержание лабораторных и практических работ, формы контроля по каждой теме и рекомендуемая литература.

Данные рекомендации способствуют развитию общих и профессиональных компетенций, постепенному и целенаправленному развитию познавательных способностей.

В результате освоения данной учебной дисциплины студент должен **уметь:**

— пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов;

— выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности;

знать:

— наименование, маркировку, основные свойства и классификацию углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, а также полимерных материалов (в том числе пластмасс, полиэтилена, полипропилена);

— правила применения охлаждающих и смазывающих материалов;

— механические испытания образцов материалов;

Лабораторные и практические работы позволят сформировать практические навыки работы, профессиональные компетенции. Они входят в структуру изучения учебной дисциплины «Основы материаловедения», Лабораторные и практические работы представляют собой элемент учебной дисциплины и оцениваются по критериям, представленным ниже:

Оценка «5» выставляется, если:

- тематика работы соответствует заданной, студент показывает системные и полные знания и умения по данному вопросу;

- работа оформлена в соответствии с рекомендациями преподавателя;

- объем работы соответствует заданному;

- работа выполнена точно в сроки, указанные преподавателем.

Оценка «4» выставляется, если:

- тематика работы соответствует заданной, студент допускает небольшие неточности или некоторые ошибки в данном вопросе;

- работа оформлена с неточностями в оформлении;

- объем работы соответствует заданному или чуть меньше;

- работа сдана в сроки, указанные преподавателем, или позже, но не более, чем на 1-2 дня.

Оценка «3» выставляется, если:

- тематика работы соответствует заданной, но в работе отсутствуют значительные элементы по содержанию работы или тематика изложена нелогично, не четко представлено основное содержание вопроса;

- работа оформлена с ошибками в оформлении;
- объем работы значительно меньше заданного;
- работа сдана с опозданием в сроках на 5-6 дней.

Оценка «2» выставляется, если:

- не раскрыта основная тема работы;
- работа оформлена не в соответствии с требованиями преподавателя;
- объем работы не соответствует заданному;
- работа сдана с опозданием в сроках больше 7 дней.

Лабораторные и практические работы по своему содержанию имеют определенную структуру, предлагаем рассмотреть ее: ход работы приведен в начале каждой практической и лабораторной работы; при выполнении практических работ выполняется задание, которое указано в конце работы (пункт «Задание»); при выполнении лабораторных работ составляется отчет по ее выполнению, содержание отчета указано в конце лабораторной работы (пункт «Содержание отчета»).

При выполнении лабораторных и практических работ выполняются определенные правила, рассмотрите их ниже: лабораторные и практические работы выполняются во время учебных занятий; допускается окончательное оформление лабораторных и практических работ в домашних условиях; разрешается использование дополнительной литературы при выполнении лабораторных и практических работ; перед выполнением лабораторной и практической работы необходимо изучить основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу.

Последовательность проведения лабораторно-практических работ рекомендуется следующая:

1. Подготовка обучающихся к лабораторно-практическим работам.
2. Вводная беседа преподавателя.
3. Самостоятельное выполнение работ под наблюдением и контролем преподавателя.
4. Оформление отчета по результатам работы.
5. Проверка преподавателем результатов выполненной работы.
6. Заключительная беседа преподавателя.

Подготовка обучающихся к лабораторно-практическим работам заключается в выполнении ими домашнего задания по изучению или повторению учебного материала, связанного с работой.

В водной беседе преподаватель знакомит обучающихся с темой практической работы, с целью ее проведения и содержания, с последовательностью выполнения работы, с организационными вопросами и формой отчета о проделанной работе.

Результаты лабораторно-практических работ преподаватель осуществляет по данным отчета и по ответам обучающихся на контрольные вопросы. Возможна защита работы.

В заключительной беседе преподаватель подводит итоги по проделанной работе, объявляет о достижении поставленной на уроке цели, выставляет оценки.

Тематический план практических и лабораторных занятий

№ п.п	Наименование тем практических работ
1	Определение закономерностей процессов кристаллизации. Коррозия металлов
2	Определение основ теории сплавов. Диаграмма состояния
3	Определение методов упрочнения металлических сплавов. Защита металлов от коррозии
4	Определение технологии производства металлов и сплавов
5	Подбор способов и режимов обработки металлов литьем, резаньем, давлением и сваркой
6	Определение видов механической и химической обработки
7	Определение твердости материалов
8	Определение режима обработки: отжиг, закалка, отпуск стали
9	Структура железоуглеродистых сплавов
10	Подбор конструкционных материалов по назначению и условиям эксплуатации.
11	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Пленкообразующие)
12	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Пластмассы)
13	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Каучук)
14	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Прокладочные материалы)
15	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Изоляционные материалы)
16	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Уплотнительные материалы)
17	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Композиционные материалы)

18	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Смазочные материалы)
19	Определение свойств конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве по маркировке, внешнему виду, происхождению, составу, назначению и способу приготовления и их классификация. (Абразивные материалы)
20	Подбор конструкционных материалов по назначению и условиям эксплуатации (Смазочные)
21	Подбор конструкционных материалов по назначению и условиям эксплуатации (Абразивные)
22	Подбор конструкционных материалов по назначению и условиям эксплуатации (Неметаллы)

Практическая работа №1

Определение закономерностей процессов кристаллизации. Коррозия металлов

Цель работы: ознакомиться с механизмом процесса коррозии металлов и сплавов, научиться экспериментальным путем определять скорость процесса коррозии и глубину ее проникновения в материал.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Коррозия - процесс разрушения металлов и сплавов из-за химической или электрохимической взаимодействия с окружающей средой. В результате данного взаимодействия материал постепенно теряет свои механические и технологические свойства и постепенно разрушается.

По характеру взаимодействия металлов с окружающей средой различают два вида коррозии:

- химическая коррозия - процесс химического взаимодействия металла со средой, которая не является проводником электрического тока (газы, жидкие диэлектрики, масла, нефть).

Чаще всего коррозию металла вызывает газовый агент внешней среды (кислород, серный или углеродный газ), который при контакте с поверхностью металла способствует образованию окислов FeO, FeS и так далее. Химическая коррозия протекает как при обычной, так и при высокой температуре, причем при увеличении температуры скорость коррозии возрастает и увеличивается толщина окисной пленки. Степень окисления железа существенно зависит от содержания легирующих примесей: хром, алюминий и кремний является коррозионно-стойкими элементами, сталь с 20% хрома не поддается коррозии даже при 1300 К;

- электрохимическая коррозия - процесс разрушения металла в электролите при прохождении электрического тока, который из-за образования гальванических пар - анодных и катодных участков.

По месту возникновения коррозия делится на три вида:

- равномерная - металл разрушается с одинаковой интенсивностью по всей поверхности. Наиболее характерна для чистых металлов и однородных твердых растворов;

- местная - разрушение концентрируется на отдельных участках детали, проникая вглубь изделия. Ее опасность увеличивается с увеличением неравномерности коррозии;

- межкристаллическая коррозия - разрушение металлов по границам зерен. Внешняя поверхность материала при этом остается чистой, поэтому обнаружить такой вид коррозии очень сложно.

Наиболее простым и информативным методом определения коррозии является метод взвешивания, при котором определяется разность масс образца до и после коррозионных исследований.

Степенью коррозионной стойкости в условиях равномерной коррозии является изменение массы металла, отнесенная к единице площади поверхности и единице времени. Иногда также применяется для определения коррозии по глубине разъедания металла.

Изменение массы образца определяют по формуле

$$\Delta m = |m_0 - m_1|, \quad (3.1)$$

где m_0 - масса образца до начала коррозионных испытаний, г; m_1 - масса образца после коррозионных испытаний, г.

Скорость коррозии, г / (м² • ч) в данном методе определяют по формуле

$$\bar{v} = \frac{\Delta m}{S \cdot t}, \quad (3.2)$$

где S - площадь поверхности образца, м²; t - продолжительность исследования, ч.

По скорости коррозии определяют величину ее проникновения в образец, мм / ч

$$\bar{L} = \frac{v}{1000 \rho}, \quad (3.3)$$

где ρ - плотность металла, г / см³.

Для оценки коррозионной стойкости металлов методом взвешивания применяется пятибалльная шкала, а по глубине проникновения коррозии - десятибалльная шкала (табл.3.1).

Таблица 3.1

Группа стойкости	Скорость коррозии мм/час	Балл	Группа стойкости	Скорость коррозии мм/час	Балл
Абсолютно стойкие	$P < 0,001$		Сниженно стойкие	$0,1 < P < 0,5$ $< P < 1,0$	0,5
Достаточно стойкие	$0,001 < P < 0,005$		Мало-стойкие	$1,0 < P < 5,0$ $< P < 10,0$	5,0
Стойкие	$0,005 < P < 0,01$ $0,05 < P < 0,10$	$0,01 < P <$	Нестойкие	$P > 10,0$	

Контрольные вопросы

1. Что такое коррозия и каковы причины ее возникновения?
2. Опишите механизм химической коррозии металлов.

3. В каких случаях имеет место электрохимическая коррозия металлов?
4. Назовите виды коррозионных разрушений металлов.
5. Почему наиболее опасным видом разрушений является межкристаллитными коррозия?
6. Опишите известные вам методы борьбы с коррозионным разрушением металлов.

Практическая работа №2

Определение основ теории сплавов. Диаграмма состояния

Цель работы: ознакомление с основными видами диаграмм состояния, их основными линиями, точками, их значением.

Ход работы:

1. Изучите теоретическую часть.
2. Выполните задания практической части.

Теоретическая часть

Диаграмма состояния представляет собой графическое изображение состояния любого сплава изучаемой системы в зависимости от концентрации и температуры (см. рис. 1)

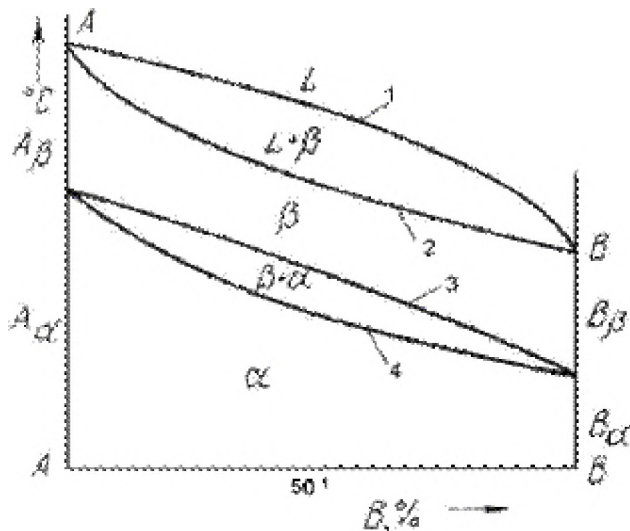


Рис.1 Диаграмма состояния

Диаграммы состояния показывают устойчивые состояния, т.е. состояния, которые при данных условиях обладают минимумом свободной энергии, и поэтому ее также называют диаграммой равновесия, так как она показывает, какие при данных условиях существуют равновесные фазы.

Построение диаграмм состояния наиболее часто осуществляется при помощи термического анализа. В результате получают серию кривых охлаждения, на которых при температурах фазовых превращений наблюдаются точки перегиба и температурные остановки.

Температуры, соответствующие фазовым превращениям, называют критическими точками. Некоторые критические точки имеют названия,

например, точки отвечающие началу кристаллизации называют точками ликвидус, а концу кристаллизации - точками солидус.

По кривым охлаждения строят диаграмму состава в координатах: по оси абсцисс - концентрация компонентов, по оси ординат - температура. Шкала концентраций показывает содержание компонента В. Основными линиями являются линии ликвидус (1) и солидус (2), а также линии соответствующие фазовым превращениям в твердом состоянии (3, 4).

По диаграмме состояния можно определить температуры фазовых превращений, изменение фазового состава, приблизительно, свойства сплава, виды обработки, которые можно применять для сплава.

Ниже представлены различные типы диаграмм состояния:

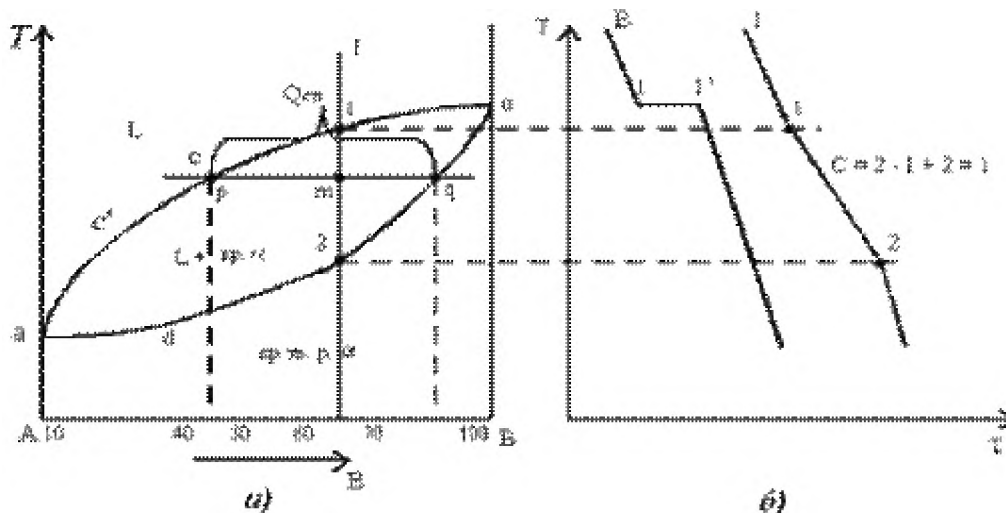


Рис.2. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (а); кривые охлаждения типичных сплавов (б)

Анализ полученной диаграммы (рис.2).

1. Количество компонентов: $K = 2$ (компоненты А и В).

2. Число фаз: $f = 2$ (жидкая фаза L, кристаллы твердого раствора α)

3. Основные линии диаграммы:

- $асb$ – линия ликвидус, выше этой линии сплавы находятся в жидком состоянии;
- adb – линия солидус, ниже этой линии сплавы находятся в твердом состоянии.

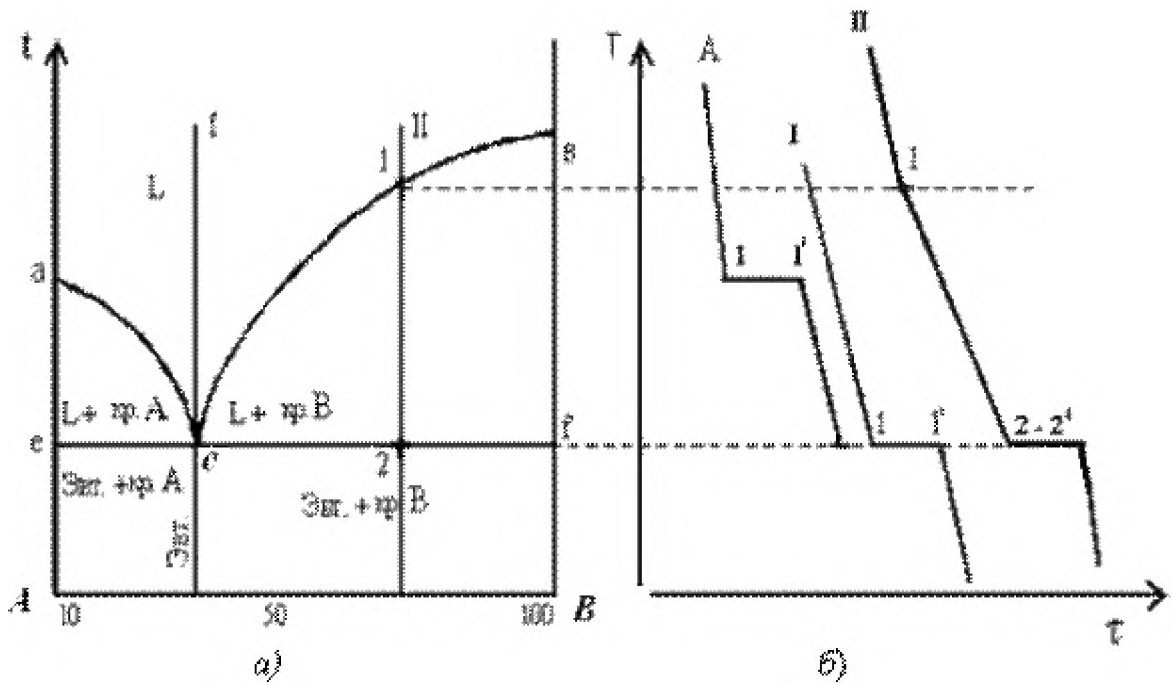


Рис.3. Диаграмма состояния сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии (а) и кривые охлаждения сплавов (б)

Анализ диаграммы состояния (рис. 3).

1. Количество компонентов: $K = 2$ (компоненты А и В);
2. Число фаз: $f = 3$ (кристаллы компонента А, кристаллы компонента В, жидкая фаза).
3. Основные линии диаграммы:
 - линия ликвидус $асб$, состоит из двух ветвей, сходящихся в одной точке;
 - линия солидус $есф$, параллельна оси концентраций стремится к осям компонентов, но не достигает их;

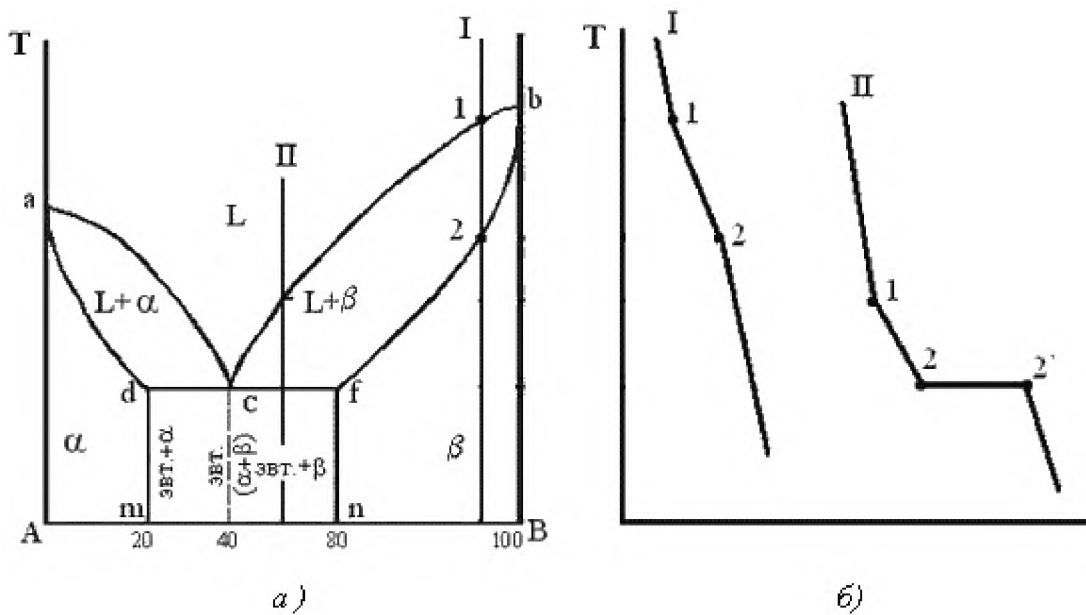


Рис. 4. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (а) и кривые охлаждения типичных сплавов (б)

Анализ диаграммы состояния (рис. 4).

1. Количество компонентов: $K = 2$ (компоненты А и В);

2. Число фаз: $f = 3$ (жидкая фаза и кристаллы твердых растворов α (раствор компонента В в компоненте А) и β (раствор компонента А в компоненте В));

3. Основные линии диаграммы:

- линия ликвидус ac_b , состоит из двух ветвей, сходящихся в одной точке;
- линия солидус adc_b , состоит из трех участков;
- dm – линия предельной концентрации компонента В в компоненте А;
- fn – линия предельной концентрации компонента А в компоненте В.

Практическая часть

Задание:

1. Запишите название работы и ее цель.
2. Запишите что такое диаграмма состояния.

Ответьте на вопросы:

1. Как строится диаграмма состояния?
2. Что можно определить по диаграмме состояния?
3. Какие названия имеют основные точки диаграммы?
4. Что указывается на диаграмме по оси абсцисс? Оси ординат?
5. Как называются основные линии диаграммы?

Задание по вариантам:

Студенты отвечают на одни и те же вопросы, различными являются рисунки, по которым необходимо отвечать. 1 вариант дает ответы по рисунку 2, 2 вариант дает ответы по рисунку 3, вариант 3 дает ответы по рисунку 4. Рисунок необходимо зафиксировать в тетрадь.

1. Как называется диаграмма?
2. Назовите сколько компонентов участвуют в образовании сплава?
3. Какими буквами обозначены основные линии диаграммы?

Практическая работа №3

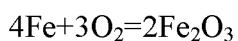
Определение методов упрочнения металлических сплавов. Защита металлов от коррозии

Цель работы: изучение влияния некоторых факторов на протекание электрохимической коррозии и изучить методы защиты металлов от коррозии.

2. Рабочее задание:

- 1) проделать лабораторную работу
- 2) ответить на контрольные вопросы
3. Основные понятия.

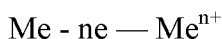
Коррозия - это процесс самопроизвольного разрушения (окисления) металлов под химическим и электрохимическим воздействием окружающей среды. По механическому протеканию коррозионные процессы могут быть разбиты на две группы: химические и электрохимические. Химическая коррозия протекает в сухих газах, жидкостях, не обладающих заметной электропроводностью. Это обычная химическая, гетерогенная, окислительно-восстановительная реакция. Например, при высокой температуре происходит коррозия Fe:



Электрохимическая коррозия происходит в электролитах и сопровождается образованием электрического тока.

Электрохимическое растворение металла - сложный процесс, состоящий из трех основных:

1. анодного процесса - процесса перехода ионов металла в раствор, появления гидратированных ионов металла в электролите и некомпенсированных электронов на анодных участках.



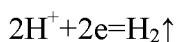
Этот процесс происходит на более электроотрицательных участках поверхности;

2. процесса перетекания электронов по металлу от анодных участков к катодным и соответствующего перемещения катионов и анионов в растворе;

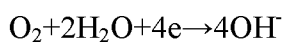
3. Катодного процесса – ассимиляции (усвоения) электронов какими-либо окислителями ионами или молекулами раствора, способными к восстановлению на поверхности катода (они называются деполяризаторами (Д)). Катодный процесс происходит на более электроположительных участках поверхности.

Наиболее распространенные в природе окислители – деполяризаторы – ион водорода H^+ и молекулярный O_2 , растворенный в электролите. В зависимости от характера среды катодные процессы протекают следующим образом:

В кислой среде:



в нейтральной среде:



Т.о. электрохимическая коррозия на неоднородной поверхности металла аналогична работе короткозамкнутого гальванического элемента. Разность потенциалов анодного и катодного участков, которая обуславливает появление тока в коррозионном элементе, связана не только с различием металлов, образующих этот элемент. Это различие может быть связано с состоянием металла (например, различные обработки поверхности, микроструктура и т.д.) и с составом электролита (разные концентрации солей, концентрация кислорода, скорость движения, коррозионной среды и др.).

3. Защита металлов от коррозии.

Самым оптимальным решением проблемы защиты металлов от коррозии была бы полная замена металлов, подверженных коррозии, на коррозионно-устойчивые металлы, сплавы, полимерные материалы. В настоящее время такие материалы применяются выпускаются, но они или дороги, или по своим физико-механическим свойствам не удовлетворяют всем требованиям промышленности. Поэтому, не смотря на широкое применение полимерных

материалов, основными конструкционными материалами являются металлы. Методы защиты от коррозии основаны на следующих принципах:

1. Изоляция металла от воздействия внешней агрессивной среды.

Это осуществляется за счет следующих мероприятий:

- покрытия металла поверхностными пассивирующими пленками из его нерастворимых соединений, которые образуются при фосфатировании, оксидировании, азотировании и т.д.;
- создание защитных покрытий из слоев смазки, битумов, красок, эмалей;
- нанесение покрытий из других металлов.

По способу защитного действия и электрохимическим свойствам покрытия металлами делятся на катодные и анодные.

Анодное покрытие – электронный потенциал металл анодного покрытия в данной среде меньше потенциала защищаемого металла. В качестве анодного покрытия для стали используют цинк, кадмий и др. При нарушении целостности покрытия разрушается само покрытие.

Анодные покрытия защищают главным образом электрохимически, поэтому степень пористости анодного покрытия не играет существенного значения пример растворения цинкового покрытия на железе.

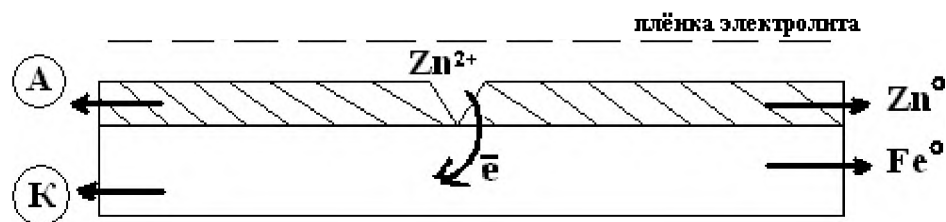
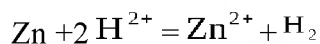
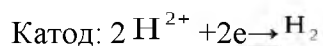
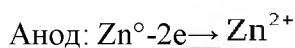
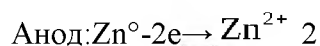


Рис. 1

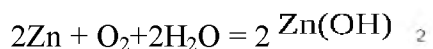
Если электролит имеет кислую среду (pH < 7), то в возникшем гальваническом элементе протекают следующие реакции:



Если pH >= 7 (например, морская вода), то окислителем является кислород и происходят следующие процессы:



Катод: $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$



Анодное покрытие защищает металл до тех пор, пока не будет разрушен практически весь слой цинка.

Катодное покрытие – электронный потенциал металлопокрытия $\phi_{кп}$ больше потенциала защищаемого металла $\phi_{ме}$ ($\phi_{ме} < \phi_{кп}$).

К катодным покрытиям относятся лужение, меднение, никелирование и др. Рассмотрим случай покрытия железа оловом.

$$\phi^0_{Sn/Sn^{2+}} = -0.136V$$

$$\phi^0_{Fe/Fe^{2+}} = -0.44V$$

В возникшем гальваническом элементе протекают реакции:

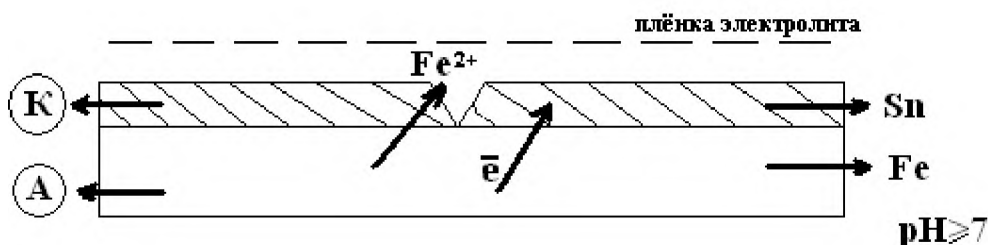
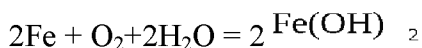
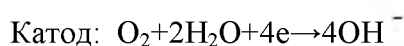
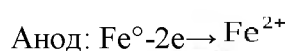
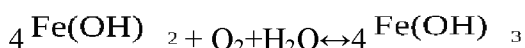


Рис. 2



Под действием кислорода и воды далее протекает реакция:

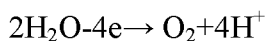


При катодном покрытии металл предохраняется до тех пор, пока не нарушена сплошность покрытия, а при её нарушении основной металл разрушается более интенсивно, чем без защиты, при этом создаётся благоприятные условия для язвенной коррозии. На практике чаще применяются катодные покрытия, т.к. во многих агрессивных средах они имеют значительно меньшую скорость собственной коррозии, чем анодные покрытия.

2. Создание такой электрохимической системы, в которой защищаемая конструкция станет катодом и на ней будет протекать катодный процесс восстановления

деполяризатора. К электрохимическим методам защиты относятся катодная, протекторная, анодная защиты. Последняя в судостроении пока не находит применения. Принцип действия протекторной защиты аналогичен действию анодного покрытия. В качестве протектора-“жертвенного анода”, как его называют в иностранной литературе, используются металлы с более электроотрицательным потенциалом, чем у защищаемого металла, чаще всего: алюминий, магний, цинк и их сплавы. Чем больше разность потенциалов в паре “основной металл-протектор”, тем больше защитный эффект. К борту судна, например, присоединяется протектор и образуется гальваническая пара, в которой катодом является металл корпуса судна.

Катодная защита осуществляется с помощью внешнего источника постоянного тока; эта защита основана на использовании основных законов процесса электролиза: защищаемая деталь подключается к отрицательному полюсу источника тока, становится катодом, анодом служит или растворимый, или нерастворимый электрод. Применение растворимого анода (чугун, сталь и др.) приводит к окислению его. При использовании нерастворимого анода на нем протекает процесс окисления воды:



Для катодной защиты корпуса корабля применение растворимых анодов не эффективно, так как процесс их замены - громоздкая и дорогая операция. Поэтому в судостроении применяются нерастворимые аноды, имеющие титановое основание, платиновую фольгу, и экран из стеклопластика.

3. Снижение агрессивности среды за счет введения ингибиторов, т.е. веществ, замедляющих, тормозящих катодный и анодный процессы.

В качестве ингибиторов коррозии применяются неорганические вещества, тормозящее действие которых, как полагают, связано с окислением" поверхности металла (нитраты, хроматы) или с образованием пленки нерастворимого соединения металла с данным ионом и, возможно, кислородом (фосфаты, гидрофосфаты). Неорганические ингибиторы тормозят преимущественно анодную реакцию.

В качестве ингибиторов широко применяются также органические вещества, содержащие amino-, тио-, карбокси-группы и некоторые другие. Защитное действие органических ингибиторов связано с их адсорбцией на поверхности металла: В результате адсорбции наблюдается торможение анодного и катодного процессов и снижение скорости коррозии. Необходимо отметить, что наиболее эффективны комбинированные методы защиты. Такие методы сочетают в себе одновременное применение различных способов защиты:

-покрытие металлами + окраска;

-окраска + катодная защита;

-окраска + протекторная защита;

-окраска с введением в краситель ингибитора.

Суммарный эффект комбинированной защиты часто выше арифметической суммы эффектов отдельных способов.

Контрольные вопросы.

1. Составить схему коррозионного элемента и написать уравнения реакции, протекающих при наличии повреждений свинцовой оболочки стального кабеля подводной линии связи.
2. Для защиты контактов из серебра и других чувствительных к сероводороду материалов применяют гальванические покрытия из золота. Какие процессы будут протекать на серебряных контактах плат при нарушении сплошности покрытия из золота во влажной атмосфере?
3. Какие покрытия на металлах относятся к неметаллическим неорганическим?
4. Какие вещества называют ингибиторами коррозии?
5. Приведите примеры использования контактных и летучих ингибиторов атмосферной коррозии. $K_2Cr_2O_7$
6. Можно ли использовать смесь нитрата натрия со щёлочью для защиты внутренних поверхностей трубопроводных систем парогенераторов?

Практическая работа №4

Определение технологии производства металлов и сплавов

Цель данной работы – ознакомление с технологией производства алюминия, меди и титана, изучение исходных материалов для получения цветных металлов и характерных особенностей процесса.

Порядок выполнения работы

1. Подробно изучить краткие теоретические сведения:
 - производство алюминия;
 - производство меди;
 - производство магния;
 - производство титана.
2. Оформить отчет.

Содержание отчета

1. Тема и цель работы.
2. Заполнить таблицу «Характеристика основных способов производства цветных металлов».

Таблица «Характеристика основных способов производства цветных металлов»

Способы производства	Исходные материалы	Этапы производства	Химические реакции	Оборудование	Температура плавки
<i>Алюминий</i>					
<i>Медь</i>					
<i>Магний</i>					
<i>Титан</i>					

Контрольные вопросы

1. Какое сырье используют для получения алюминия?
2. Какие операции включает технология получения алюминия?
3. Какое оборудование используют для электролиза растворов?
4. Что такое рафинирование?
5. Опишите гидрометаллургический и пирометаллургический способы получения меди
6. Какой химический состав имеет медный штейн?
7. Какими способами получают магний?
8. Какой основной исходный материал используется для получения магния?
9. Что в качестве сырья используют для получения титана?
10. При какой температуре ведется процесс получения титана?

Практическое занятие №6

Определение вида термической или химико-термической обработки стали по области её применения

Цели:

- научиться применять знания, полученные на теоретических занятиях по теме: «Основы термической и химико – термической обработки металлов» на практике;
- формировать навыки организации рабочего места
- формировать активность и самостоятельность в учебно-трудовой деятельности;
- научиться рационально организовывать и планировать свой труд.

Оснащение:

Учебники:

1. Сеферов Г.Г., и др. Материаловедение Учебник. – М.: Инфра-М, 2007
2. Адашкин А.М. Материаловедение (металлообработка) (5-е изд.). – М., 2008
3. Вишневецкий Ю.Т. Материаловедение для автослесарей (учебник). – М., 2007

Оборудование: набор деталей автомобиля, подвергшихся различным способам термической и химико-термической обработки, набор деталей из алюминия для автомобиля или трактора

Инструкция
Теоретическая часть

Задание:

Изучив теоретический материал, Вы должны:

знать ответы на следующие вопросы:

1. Для чего проводят термическую обработку деталей?
2. Назовите виды термической обработки деталей.
3. Для чего проводят химико-термическую обработку деталей?
4. Назовите виды химико-термической обработки.
5. В каком случае для детали делают отжиг?
6. В каком случае для детали делают отпуск?
7. В каком случае для детали делают закалку?
8. В каком случае для детали делают нормализацию?

Выполнение работы:

№ п/п	Выполняемые операции	Примечание
1	Ознакомление с заданием	Использовать инструкционную карту
2	Изучить материал на тему: «Термическая и химико-термическая обработка стали»	Использовать учебник, конспект
3	Осмотреть предложенные образцы деталей	
4	Рассортировать детали по видам термической обработки	В случае затруднений прочитать соответствующий раздел об этой детали в учебнике по устройству автомобиля или трактора
5	Повторно осмотреть предложенные образцы деталей	
6	Рассортировать детали по видам химико-термической обработки	Смотреть описание деталей в учебнике по устройству автомобиля или трактора
7	Оформить в виде таблицы детали и виды их обработки	
8	Осмотреть детали из алюминия	
9	Найти маркировку на этих деталях	
10	Составить таблицу названий деталей и их маркировки	

Контрольные вопросы:

1. Что такое цианирование?
2. В каком случае делают цианирование?
3. Что такое азотирование?
4. В каком случае делают азотирование?
5. Что такое нитроцементация, и в каком случае ее делают?
6. Что такое диффузная металлизация, и в каком случае ее делают?
7. Что такое цементация, и для чего ее делают?

Подведение итогов:

Вывод: На основании выполненной работы

Вывод: В результате выполненной работы

Практическая работа №7 Определение твердости материалов

Цель:

1. Усвоить понятие твердости.
2. Изучить сущность определения твердости различными методами.

Твердость – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора), не деформирующегося при испытании.

Широкое распространение объясняется тем, что не требуются специальные образцы.

Это неразрушающий метод контроля. Основным методом оценки качества термической обработки изделия. О твердости судят либо по глубине проникновения индентора (метод Роквелла), либо по величине отпечатка от вдавливания (методы Бринелля, Виккерса).

Во всех случаях происходит пластическая деформация материала. Чем больше сопротивление материала пластической деформации, тем выше твердость.

Наибольшее распространение получили методы Бринелля, Роквелла и Виккерса. Схемы испытаний представлены на рисунке 1.

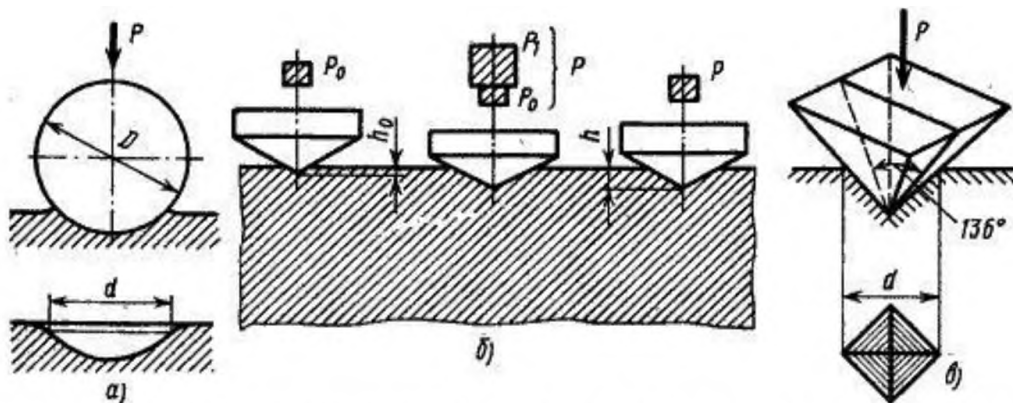


Рисунок 1 — Схемы определения твердости: а – по Бринеллю; б – по Роквеллу; в – по Виккерсу

Твердость по Бринеллю

Испытание проводят на твердомере Бринелля (рисунок 1 а).

В качестве индентора используется стальной закаленный шарик диаметром D 2,5; 5; 10 мм, в зависимости от толщины изделия.

Нагрузка P , в зависимости от диаметра шарика и измеряемой твердости: для термически обработанной стали и чугуна – $P=30D^2$, литой бронзы и латуни – $P=10D^2$, алюминия и других очень мягких металлов – $P=2,5D^2$.

Продолжительность выдержки: для стали и чугуна – 10 с, для латуни и бронзы – 30 с.

Полученный отпечаток измеряется в двух направлениях при помощи лупы Бринелля.

Твердость по Бринеллю обозначается HB 250.

Испытание по Бринеллю

Прибор для испытания на твердость по Бринеллю

Наиболее распространенным прибором для испытания на твердость по Бринеллю является автоматический рычажный пресс.

Схема автоматического рычажного пресса показана на рисунке 1. В верхней части станины 1 имеется шпindelь 2, в который вставляется наконечник с шариком 3. Может быть установлен один из трех наконечников — с шариком диаметром 10,5 или 2,5 мм. Столик 4 служит для установки на нем испытываемого образца 5. Вращением по часовой стрелке рукоятки 6 приводят в движение винт 7, который, перемещаясь вверх, поднимает столик 4, и образец 5 прижимается к шариком 3. При вращении рукоятки 6 до тех пор, пока указатель 8 не станет против риски, пружина 9 сжимается до отказа и создается предварительная нагрузка в 100 кГ.

Электродвигатель 10, который включают нажатием кнопки, расположенной сбоку пресса, приводит во вращение эксцентрик 11. При вращении эксцентрика 11 шатун 12, перемещаясь вниз, опускает рычаг 13 и соединенную с ним подвеску 14 с грузами 15, создавая этим нагрузку на шарик, который вдавливаются в образец. При дальнейшем вращении эксцентрика И шатун 12, перемещаясь вверх, поднимает рычаг 13 и подвеску 14 с грузами 15, снимая этим нагрузку с шарика. Когда рычаг и подвеска с грузами достигнут исходного положения, автоматически дается сигнал звонком и автоматически выключается электродвигатель. Вращением рукоятки 6 против часовой стрелки опускают столик 4. В зависимости от грузов, установленных на подвеске 14, создается различная нагрузка

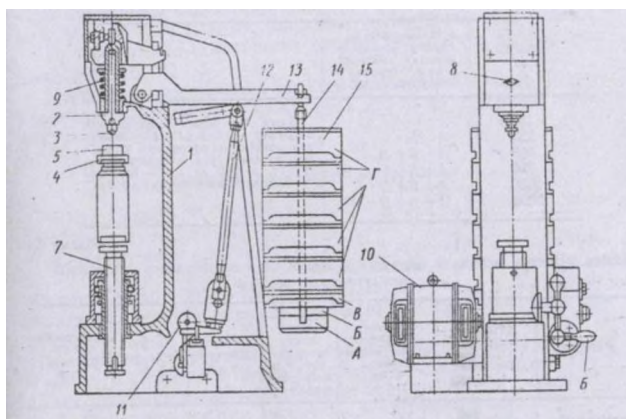


Рисунок 1 - Схема автоматического рычажного пресса для определения твердости.

Метод Роквелла

Основан на вдавливании в поверхность наконечника под определенной нагрузкой (рисунок 1 б)

Индентор для мягких материалов (до НВ 230) – стальной шарик диаметром 1/16” (Ø1,6 мм), для более твердых материалов – конус алмазный.

Нагружение осуществляется в два этапа. Сначала прикладывается предварительная нагрузка P_0 (10 ктс) для плотного соприкосновения наконечника с образцом. Затем прикладывается основная нагрузка P_1 , в течение некоторого времени действует общая рабочая нагрузка P . После снятия основной нагрузки определяют значение твердости по глубине остаточного вдавливания наконечника h под нагрузкой P_0 .

Испытание по Роквеллу

Прибор типа Роквелла ТК-2

Общий вид и схема прибора ТК-2 показаны на рис. 2 и 3. Шпиндель 1 прибора (см. рис. 2) служит для закрепления на его конце с помощью винта 2 оправки 3 с шариком или алмазным (или из твердого сплава) конусом. Постоянный груз 4 создает нагрузку 50 кГ если на постоянный груз 4 установлен груз 5 (40 кГ), то создается нагрузка 90 кГ, если на постоянный груз 4 установлен груз 5 и груз 6 (50 кГ), то создается нагрузка 140 кГ. Стол 7 служит для установки на нем испытываемого образца 8. При вращении по часовой стрелке маховика 9 приводится во вращение винт 10, который, перемещаясь вверх, поднимает стол 7, и образец 8 подводится к оправке 3 с шариком или алмазным конусом. При дальнейшем вращении маховика 9 сжимается пружина 11, шарик, или алмазный конус, начинает внедряться в испытываемый образец 8, а стрелки поворачиваются по шкале индикатора 12. При вращении маховика 9 до тех пор, пока образец не упрется в ограничительный чехол 13, малая стрелка индикатора дойдет до красной точки, а большая стрелка установится приблизительно в вертикальном положении (с погрешностью ± 5 делений) (, создается предварительная нагрузка 10 кГ. Точную установку шкалы индикатора на нуль производят при помощи барабана 14 (см. рис. 3) тросиком 15, закрепленным на ранте индикатора. Циферблат индикатора имеет две шкалы — черную (С) и красную (В). Независимо от того, что вдавливается в испытываемый образец — алмазный конус или шарик, с большой стрелкой индикатора всегда совмещается нуль черной шкалы со значком «С». Большую стрелку с нулевым штрихом красной шкалы со значком «В» не совмещают ни в каком случае.

Приведение в действие основной нагрузки осуществляется с помощью привода 16 от электродвигателя, работающего непрерывно и отключаемого с помощью тумблера 17 только при длительных перерывах в работе прибора.

Нажатием клавиши 18 приводят в действие кулачковый блок 19 механизма привода 16, передача от которого к грузовому рычагу 20 осуществляется с помощью штока 21. При этом подвеска 22 с грузами 4—6 опускается, и этим обеспечивается действие основной нагрузки и создается общая нагрузка (предварительная + основная).

Под действием основной нагрузки шарик, или алмазный конус, все глубже проникает в испытываемый образец, при этом большая стрелка индикатора поворачивается против часовой стрелки. После окончания вдавливания основная нагрузка, действовавшая на образец, автоматически снимается и остается предварительная нагрузка. При этом большая стрелка индикатора перемещается по часовой стрелке и указывает на шкале индикатора число твердости по Роквеллу. При испытании алмазным конусом под нагрузкой 150 или 60 кГ отчет производят по черной шкале, а при испытании шариком под нагрузкой 100 кГ — по красной шкале.

По окончании цикла испытания кулачковый блок автоматически отключается и фиксируется в исходном положении. Нормальная - продолжительность цикла испытания 4 сек при положении рукоятки 23 (см. рис. 3) указателя против буквы Н.

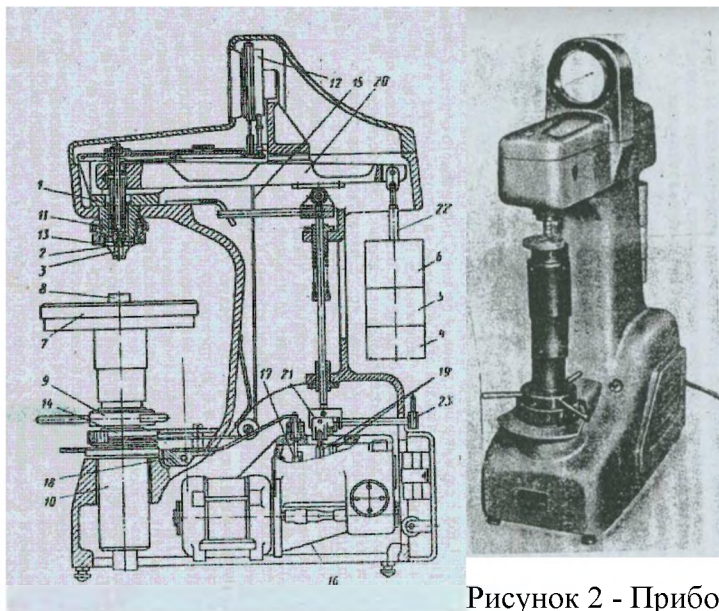


Рисунок 2 - Прибор ТК-2 Рисунок 3 - Схема прибора ТК-2

Метод Виккерса

Твердость определяется по величине отпечатка (рисунок 1 в).

В качестве индентора используется алмазная четырехгранная пирамида с углом при вершине 136° .

Нагрузка P составляет 5...100 кгс. Диагональ отпечатка d измеряется при помощи микроскопа, установленного на приборе.

Преимущество данного способа в том, что можно измерять твердость любых материалов, тонкие изделия, поверхностные слои. Высокая точность и чувствительность метода.

Испытание по Виккерсу

Прибор типа Виккерса.

Основной частью прибора (рис. 4) является поворотная головка 1, в которой смонтирована оправка с алмазной пирамидой 2, закрытой чехлом 3; специальный измерительный микроскоп 4 для измерения длины диагонали отпечатка и рабочий шпиндель 5.

При повороте рукояткой 6 головки 1 в крайнее левое положение прибор приводится в рабочее состояние, при котором ось рабочего шпинделя 5 совмещается с осью промежуточного шпинделя 7. При повороте рукояткой 6 головки 1 в крайнее правое положение прибор приводится в положение, при котором оптическая ось микроскопа 4 совмещается с центром отпечатка. При установке прибора в рабочее положение пружина 8 соединяет промежуточный шпиндель 7 с призмой 9 грузового рычага 10. На подвеске VI грузового рычага 10 устанавливаются сменные грузы 12.

Столик 13 служит для установки на нем испытываемого образца 14. При вращении по часовой стрелке маховика 15 приводится во вращение винт 16, который, перемещаясь вверх, поднимает столик 13, и образец 14 прижимается к чехлу 3. В правой части прибора имеется грузовой привод с масляным амортизатором 17 при помощи которого приложение нагрузки, выдержка под нагрузкой и снятие нагрузки осуществляются механически за счет энергии опускающегося груза 18. В связи с этим до прижима образца 14 к чехлу 3

грузовой привод должен быть взведен, что осуществляется нажимом рукоятки 19. При этом подъемный шток 20 удерживается во взведенном положении рычагом 21, жестко связанным с рукояткой 19 взвода, а рычаг 22 запирает всю систему привода во взведенном положении.

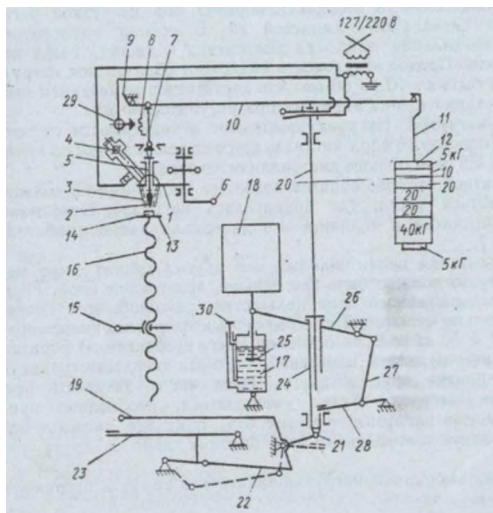


Рисунок 4 - Кинематическая схема прибора типа Виккерса.

Привод включают нажимом на педаль 23 пускового механизма. При этом приводится в движение рычаг 22 и под действием груза 18 опускается втулка 24, опирающийся на нее подъемный шток 20 и поршень 25 масляного амортизатора 17. Одновременно опускается грузовой рычаг 10, который опирается на шток 20, при этом алмазная пирамида 2 вдавливается в поверхность образца 14. При опускании втулки 24, шарнирно связанной с рычагом 26, соединенным с тягой 27 происходит подъем рычага 28 навстречу штоку 20. Когда шток 20 опустится приблизительно на 16 мм, его нижний конец встречается с рычагом 28. При дальнейшем опускании втулки 24 продолжается подъем рычага 28, при этом поднимается шток 20 и грузовой рычаг 10. К концу хода поршня 25 масляного амортизатора 17 шток 20 придет в начальное положение и снимет нагрузку.

Продолжительность выдержки образца под нагрузкой регистрируется сигнальной лампочкой 29. В момент приложения нагрузки сигнальная лампочка загорается и гаснет, когда нагрузка снята. Продолжительность выдержки образца под нагрузкой может быть от 10 до 60 сек, что достигается изменением скорости опускания штока амортизатора регулятором 30.

Порядок выполнения работы:

1. Запишите: практическая работа № 1, тема, цель;
2. Дайте определение твердости;
3. Перечислите методы измерения твердости;
4. Оформите работу в виде таблицы:

Наименование метода	Сущность метода	Индентор	Продолжительность выдержки	Условное обозначение твердости	Схема определения твердости	Схема прибора для измерения твердости

						И
--	--	--	--	--	--	---

Практическая работа № 8

Определение режима обработки: отжиг, закалка, отпуск стали

Цель работы: изучить технологию термической обработки стали (закалка, отпуск, нормализация, отжиг) и познакомиться с закономерностями изменения твердости образцов стали в исходном (г.к.) состоянии и после термообработки.

Оборудование и материалы: компьютер, проектор, экран, учебник; слайдовая презентация.

Порядок выполнения работы:

1. Просмотреть видеоматериал о способах термической обработки стали.
2. Изучить технологию термической обработки стали, влияние температуры на физические свойства стали.
3. Провести анализ:
 - сущность термической обработки стали.
 - виды термической обработки стали.
 - цель закалки стальных изделий.
 - отпуск стали после закалки.
 - сущность отжига, нормализация стали?
4. Сделать вывод о работе.
5. Оформить отчет.

Раздаточный материал к лабораторно-практической работе №5 по теме: «Термическая обработка стали»

1. Основы термической обработки

Термическая обработка – это технологический процесс, состоящий из нагрева стали до определенной температуры выдержка при этой температуре определенной время и охлаждения при заданной скорости с целью изменения его структуры и свойств.

На стадии изготовления деталей строительных конструкций необходимо, чтобы металл был пластичным, нетвердым, имел хорошую обрабатываемость резанием.

В готовых изделиях всегда желательно иметь материал максимально прочным, вязким, с необходимой твердостью.

Такие изменения в свойствах материала позволяет сделать термообработка. Любой процесс термообработки может быть описан графиком в координатах температура-время и включает нагрев, выдержку и охлаждение. При термообработке протекают фазовые превращения, которые определяют вид термической обработки.

Температура нагрева стали зависит от положения ее критических точек и выбирается по диаграмме состояния Fe – Fe₃C в зависимости от вида термической обработки. Критические точки (температуры фазовых превращений) определяют: линия PSK – точку A₁, GS – точку A₃ и SE – точку A_m. Нижняя критическая точка A₁ соответствует превращению А → П при 727°С. Верхняя критическая точка соответствует началу выделения феррита из аустенита (при охлаждении) или концу растворения феррита в аустените (при нагреве). Температура линии SE, соответствующая началу выделения вторичного цементита из аустенита, обозначается A_m.
 Время нагрева до заданной температуры зависит, главным образом, от химического состава стали и толщины наиболее массивного сечения детали (в среднем 60 с на каждый миллиметр сечения).



Рис. 1. Печь для термической обработки

Выдержка при температуре термообработки необходима для завершения фазовых превращений, происходящих в металле, выравнивания температуры по всему объему детали. Продолжительность выдержки зависит от химического состава стали и для нелегированных сплавов определяется из расчета 60 с. на один миллиметр сечения. Скорость охлаждения зависит, главным образом, от химического состава стали, а также от твердости, которую необходимо получить. Самыми распространенными видами термообработки сталей являются закалка и отпуск. Производятся с целью упрочнения изделий.

Виды операций термической обработки: отжиг, нормализация, закалка, отпуск.

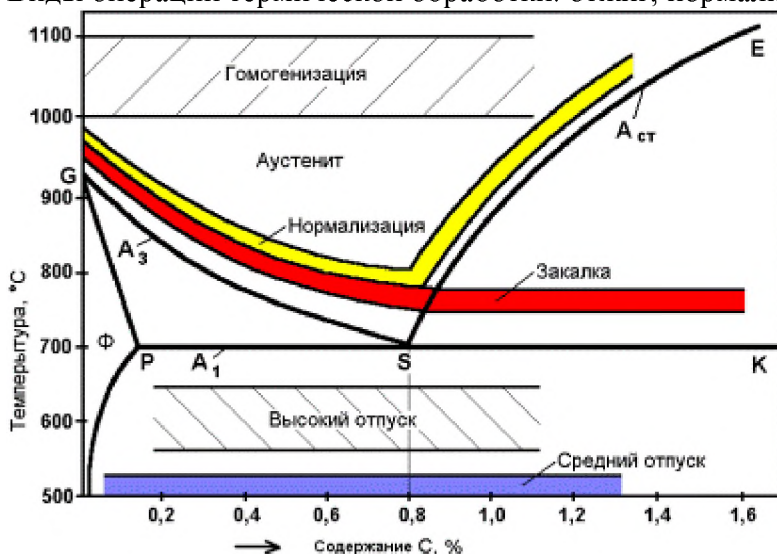


Рис.2. Диапазон оптимальных температур нагрева при различных видах термической обработки

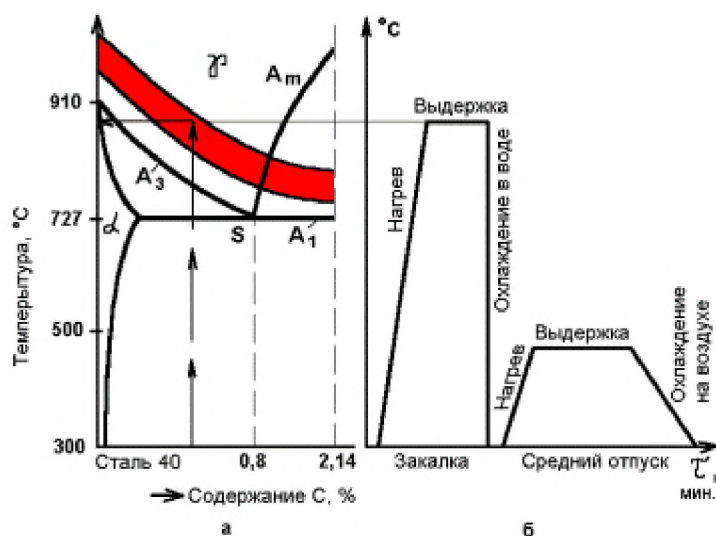


Рис. 3. Выбор оптимальной температуры закалки стали (а) и отпуска (б)

Закалка сталей

Закалкой называется фиксация при комнатной температуре высокотемпературного состояния сплава. Основная цель закалки – получение высокой твердости, прочности и износостойкости. Для достижения этой цели стали нагревают до температур на 30 – 50°C выше линии GSK (рис.2), выдерживают определенное время при этой температуре и затем быстро охлаждают. Процессы, происходящие в сплаве на различных стадиях закалки, можно рассмотреть на примере эвтектоидной стали. В исходном отожженном состоянии эта сталь имеет структуру перлита (эвтектоидная смесь феррита и цементита). При достижении температуры A₁ (727 °C) произойдет полиморфное превращение, т.е. перестройка кристаллической решетки феррита (ОЦК) в решетку аустенита (ГЦК), вследствие чего растворимость углерода резко возрастает. В процессе выдержки весь цементит растворится в аустените и концентрация углерода в нем достигнет содержания углерода в стали, т.е. 0,8 %.

Следующий этап – охлаждение стали из аустенитной области до комнатной температуры – является определяющим при закалке. При охлаждении стали ниже температуры A₁ происходит обратное полиморфное превращение, т.е. решетка аустенита (ГЦК) перестраивается в решетку феррита (ОЦК) и при этом растворимость углерода уменьшается в 40 раз (с 0,8 до 0,02). Если охлаждение происходит медленно, то “лишний” углерод успевает выйти из решетки феррита и образовать цементит. В результате формируется структура феррито-цементитной смеси. Если же охлаждение производится быстро, то после полиморфного превращения углерод остается вследствие подавления диффузионных процессов в решетке ОЦК. Образуется пересыщенный твердый раствор углерода в железе, который называется мартенситом.

Практической целью закалки является получение максимальной прочности и твердости стали. Достигается эта цель при следующих режимах: нагрев стали на 30 – 50°C выше линии GSK, выдержка при этой температуре и охлаждение со скоростью $\geq V_{кр}$.

По температуре нагрева различают полную и неполную закалку. *Полная закалка* осуществляется из аустенитной области. После охлаждения с критической скоростью закалки у всех углеродистых сталей образуется структура мартенсита. Полной закалке подвергают изделия из доэвтектоидных сталей, при этом исключается образование мягких ферритных включений. *Неполная закалка* – закалка из промежуточных, двухфазных областей (А + Ф), (А+ЦП). В результате охлаждения с критической скоростью в доэвтектоидных сталях образуется структура Ф + М, а в заэвтектоидных – М + ЦП. Неполной закалке подвергают инструмент из заэвтектоидной стали, поскольку наличие включений вторичного цементита увеличивает твердость закаленного инструмента, т.к. цементит по твердости превосходит мартенсит.

Отпуск. К важнейшим механическим свойствам сталей наряду с твердостью относится и пластичность, которая после закалки очень мала. Структура резко-неравновесная, возникают большие закалочные напряжения. Чтобы снять закалочные напряжения и получить оптимальное сочетание свойств для различных групп деталей, обычно после закалки проводят отпуск стали. Отпуском стали является термообработка, состоящая из нагрева закаленной стали до температуры ниже линии PSK (критическая точка A1), выдержки при этой температуре и дальнейшего произвольного охлаждения. Этот процесс связан с изменением строения и свойств закаленной стали. При отпуске происходит распад мартенсита, переход к более устойчивому состоянию. При этом повышается пластичность, вязкость, снижается твердость и уменьшаются остаточные напряжения в стали. Механизм протекающих превращений при отпуске сталей – диффузионный, он определяется температурой и продолжительностью нагрева.

Первое превращение, протекающее в интервале 80 – 200°C, соответствует выделению из мартенсита тонких пластин – карбида Fe₂C. Выделение углерода из решетки приводит к уменьшению степени ее тетрагональности. Полученный при этом мартенсит, имеющий степень тетрагональности, близкую к 1, называется отпущенным.

При нагреве закаленной стали выше 300°C происходит полное выделение углерода из раствора и снятие внутренних напряжений. Сталь состоит из мелкодисперсной смеси феррита и цементита (троостит отпуска).

При нагреве до температуры выше 480°C идет процесс коагуляции (укрупнения) карбидных частиц и максимальное снятие остаточных напряжений. Формируется структура сорбита отпуска.

В зависимости от температуры нагрева различают низкий, средний и высокий отпуск. Низкий отпуск проводят в интервале температур 80 – 250°C для инструментов-изделий, которым необходимы высокая твердость и износостойкость. Получаемая структура МОТП или МОТП + ЦП (мартенсит отпуска + цементит вторичный).

Средний отпуск (350 – 500°C) применяется для рессор, пружин, штампов и другого ударного инструмента, т.е. для тех изделий, где требуется достаточная твердость и высокая упругость. Получаемая структура – ТОТП (троостит отпуска).

Высокий отпуск (500 – 650°C) полностью устраняет внутренние напряжения. Достигается наилучший комплекс механических свойств: повышенная прочность, вязкость и пластичность. Применяется для изделий из конструкционных сталей, подверженных воздействию высоких напряжений. Структура – СОТП (сорбит отпуска).

Термообработку, заключающуюся в закалке на мартенсит и последующем высоком отпуске, называют улучшением.

Нормализация. Нормализацией называется нагрев сталей на 30 — 50°C выше линии доэвтектоидных, а эвтектоидной и заэвтектоидных - выше линии A_m, выдержка при этой температуре и последующее охлаждение на воздухе. После нормализации изделия из доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной сталей приобретают однородную структуру по сечению - пластинчатый сорбит. Сорбит представляет собой механическую смесь двух фаз феррита и цементита.

Нормализацию применяют для снижения внутренних напряжений, измельчения зерна после литья, для подготовки структуры к последующей операции термической обработки. Нагрев заэвтектоидной стали выше линии - A_m при нормализации проводится с целью растворения цементитной сетки для улучшения обрабатываемости резанием и для подготовки структуры к закалке.

Отжиг сталей

Чтобы облегчить механическую или пластическую обработку стальной детали, уменьшают ее твердость путем отжига. Так называемый **полный** отжиг заключается в том, что деталь или заготовку нагревают до температуры 900° С, выдерживают при этой температуре некоторое время, необходимое для прогрева ее по всему объему, а затем медленно (обычно вместе с печью) охлаждают до комнатной температуры.

Внутренние напряжения, возникшие в детали при механической обработке, снимают **низкотемпературным** отжигом, при котором деталь нагревают до температуры 500—600° С, а затем охлаждают вместе с печью. Для снятия внутренних напряжений и некоторого уменьшения твердости стали применяют **неполный** отжиг — нагрев до 750—760° С и последующее медленное (также вместе с печью) охлаждение.

Разновидностью отжига стали является **гомогенизация** – создание однородной (гомогенной) структуры в сплавах путем ликвидации микронеоднородностей структуры сплава, возникающих при неравновесной кристаллизации расплава. При гомогенизации сплавы подвергаются т.н. диффузионному или гомонизирующему отжигу, что повышает пластичность и стабильность механических свойств сплава.

При гомогенизации сталь нагревается до температуры 1000 – 1100°С выдерживается при этой температуре для полного равномерного прогрева всего сечения образца и медленно охлаждается вместе с печью.

Практическая работа №9 Структура железоуглеродистых сплавов

Цель работы: научиться распознавать микроструктуры железоуглеродистых сплавов, определять примерное содержание углерода в сплавах с помощью диаграммы состояния *Fe - Fe₃C*.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Диаграмма состояния системы Fe - Fe₃C

Компонентами системы являются железо и цементит. **Железо** кристаллизуется при температуре 1539 °С. В твердом состоянии оно может быть в двух модификациях **α** и **γ**.

α - железо имеет кристаллическую решетку объемно-центрированного куба и сохраняется устойчиво при температуре ниже 911°С и в интервале температур (1392...1539) °С.

γ - железо имеет кристаллическую решетку гранецентрированного куба и устойчиво существует в интервале температур (911...1392)°С.

При температуре 768°С железо меняет магнитное состояние: ниже 768 °С - оно ферромагнитно, выше - немагнитно.

Второй компонент - **цементит**. Он является метастабильным соединением. При высоких температурах и больших концентрациях углерода распадается на графит и твердый раствор углерода в железе **α** или **γ**. Цементит имеет ромбическую кристаллическую решетку.

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов

Феррит (Ф) - твердый раствор внедрения углерода в **α**-железе с **ОЦК**

решеткой с максимальной растворимостью углерода 0,02 % при 727 °С. Характеризуется низкой прочностью ($\sigma_b = 250$ МПа) и твердостью 63 – 130 НВ).

Аустенит (А) – твердый раствор внедрения углерода в **γ**-железе с **ГЦК** решеткой, с предельной растворимостью углерода 2,14 % при температуре 1147 °С. Обладает высокой пластичностью и низкой твердостью, относительное удлинение находится в пределах 40-50 %, твердость 160-200 НВ.

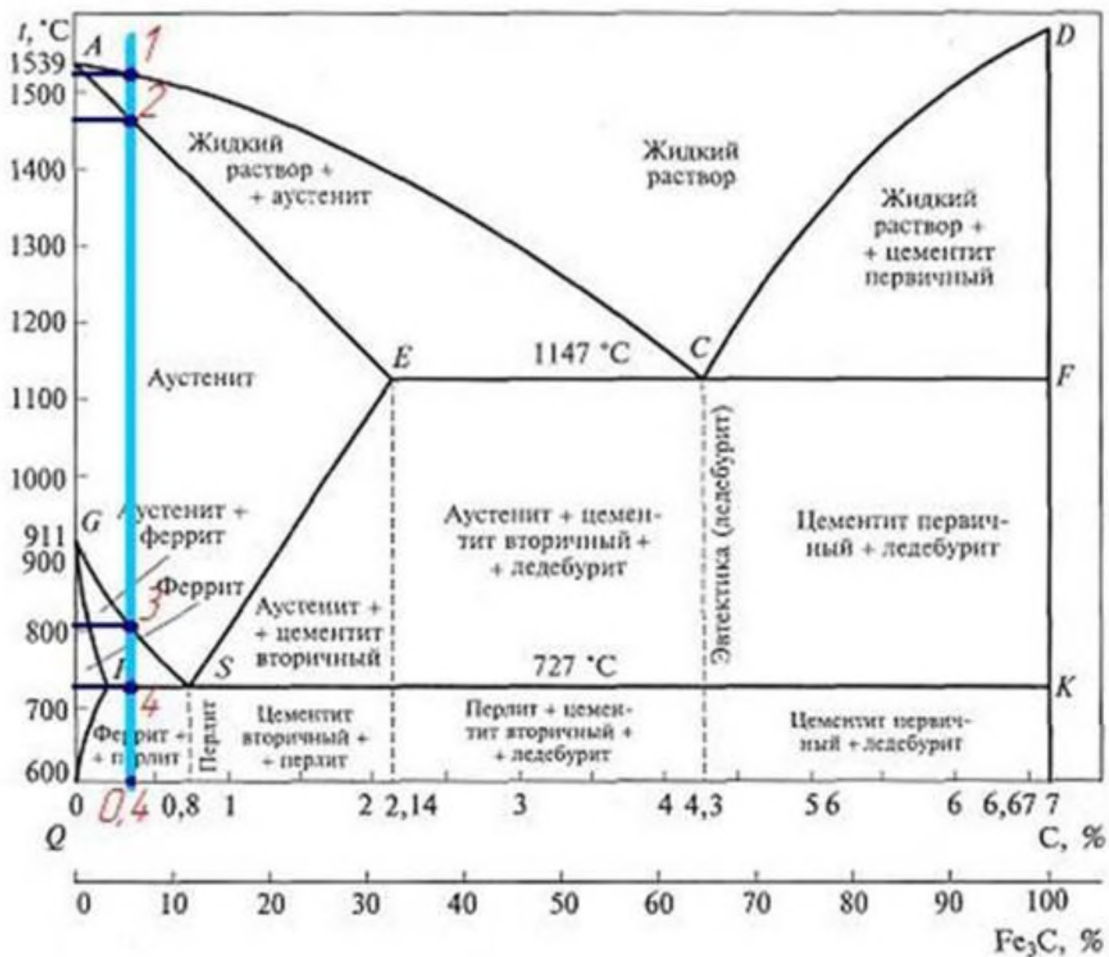
Цементит (Ц) – химическое соединение железа с углеродом Fe_3C (карбид железа). Имеет сложную кристаллическую решетку. В Fe_3C содержится 6,67% С. Характеризуется высокой твердостью (800 НВ), но очень хрупок.

Цементит вторичный (ЦII) – образуется у сплавов с содержанием 0,9-2,0 % С при охлаждении аустенита в результате изменения растворимости углерода в аустените (ниже линии ES в интервале температур от 1147 °С до 727 °С).

Цементит третичный (ЦIII) образуется у сплавов с содержанием 0,01-0,025 % С, при охлаждении феррита в результате изменения растворимости углерода в феррите (линия PQ), ниже температуры 727 °С.

Перлит (П) – механическая смесь (эвтектоид), состоящая из двух фаз: феррита и цементита, содержит 0,8 % С. Образуется в результате распада аустенита в процессе его охлаждения при температурах ниже 727°С.

Ледебурит (Л) – механическая смесь (эвтектика) аустенита и цементита, образующаяся из жидкого расплава при температуре 1147 °С и содержащая 4,3%С. Так как при температуре ниже 727 °С аустенит превращается в перлит, то ледебурит состоит из цементита и перлита. Такое строение ледебурита служит причиной его большой твердости (> 600 НВ) и хрупкости.



Как пользоваться диаграммой железо-углерод. Рассмотрим типичную задачу.

Н

ужно нам изучить состояния сплава, содержащего

0,4% углерода в своем составе. Имеем дело со *сталью*.

Поднимаем перпендикуляр из точки, соответствующей количеству углерода в 0,4%.

Видим, что система, в **диапазоне от 0 до 700 градусов**, представляет собой твердую смесь перлита и цементита.

В **точке 4** происходит переход и в диапазоне от 700 до 800 градусов и мы попадаем в зону **аустенита** и **феррита**.

В **диапазоне от 800 до 1450 градусов** сплав имеет состав **аустенита**, а переход состоялся **в точке 3**.

В **диапазоне от 1450 до 1520 градусов** рассматриваемый сплав начинает постепенно плавиться и представлен **аустенитом и жидким раствором**.

Переход происходил **в точке 2**. *Всё что выше - это уже жидкость*

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Охарактеризуйте процесс перекристаллизации и расплавления железоуглеродистых сплавов с массовой долей углерода, с указанием количества фаз в каждом диапазоне температур (Номер варианта соответствует номеру студента по журналу)

№ вариантов	Стали с содержанием С%	Чугуны с содержанием С%
1, 6, 11, 16, 21, 26	0,1	2,5
2, 7, 12, 17, 22, 27	0,5	3,0
3, 8, 13, 18, 23, 28	0,8	3,5
4, 9, 14, 19, 24, 29	1,0	4,0
5, 10, 15, 20, 25,	1,2	5,0

Контрольные вопросы

1. На каких осях на диаграмме состояния железоуглеродистых сплавов обозначаются концентрация углерода и температура сплава?
2. Дайте определение понятиям «линия солидуса» и «линия ликвидуса».
3. Назовите точку, разделяющую область сталей и чугуна.
4. Перечислите структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
5. Назовите структуру доэвтектического чугуна.
6. Назовите структуру эвтектические сталей.

Практическая работа №10

Подбор конструкционных материалов по назначению и условиям эксплуатации.

Цель работы — научиться выбирать по справочным данным материал в зависимости от условий их работы и обосновывать выбор материала.

Краткие теоретические сведения

Сталь — это сплав железа с углеродом (до 2,14% углерода).

По количеству содержащегося углерода классифицируют три группы сталей:

- Малоуглеродистые – содержание углерода менее 0,25 %;
- Среднеуглеродистые – 0,25-0,6 % углерода;
- Высокоуглеродистые, с содержанием углерода более 0,6 %.

В зависимости от общего количества в их составе легирующих элементов, которые содержит легированная сталь, она может принадлежать к одной из трех категорий:

- Низколегированная (не более 2,5%);
- Среднелегированная (не более 10%);
- Высоколегированная (от 10% до 50%).

Действует классификация сталей по назначению:

Конструкционные — для изготовления строительных конструкций и нагруженных механизмов;

Инструментальные (режущие и штамповые) — присадки повышают прочность и сохраняют однородность, обычно металл подвергают термообработке;

Химический элемент и условное обозначение сталей

Условное обозначение	Элемент	Химический элемент
А	Азот	N
Б	Ниобий	Nb
В	Вольфрам	W
Г	Марганец	Mn
Д	Медь	Cu
Е	Селен	Se
К	Кобальт	Co
М	Молибден	Mo
Н	Никель	Ni
Р	Бор	B
С	Кремний	Si

Т	Титан	Ti
Ф	Ванадий	V
Х	Хром	Cr

Таблица №1

Марка стали	Назначение
Углеродистая качественная конструкционная сталь	
Ст08кп	Детали, изготавливаемые холодной штамповкой и холодной высадкой, трубки, прокладки, крепеж, колпачки. Цементируемые и цианируемые детали, не требующие высокой прочности сердцевины (втулки, валики, упоры, копиры, зубчатые колеса, фрикционные диски)
Ст35	Детали, испытывающие небольшие напряжения (оси, шпиндели, звездочки, тяги, траверсы, рычаги, диски, валы)
Ст55	Зубчатые колеса, прокатные валки, штоки, бандажы, валы, эксцентрики, малонагруженные пружины и рессоры и др. Применяют после закалки с высоким отпуском и в нормализованном состоянии
Ст60	Детали с высокими прочностными и упругими свойствами (прокатные валки, эксцентрики, шпиндели, пружинные кольца, пружины и диски сцепления, пружины амортизаторов). Применяют после закалки или после нормализации (крупные детали)
Низколегированная сталь	
09Г2	Для деталей сварных конструкций, изготавливаемых из листов, трубного проката, арматуры. Обработывается резанием удовлетворительно
10ХСНД	Для сварных конструкций химического машиностроения, фасонных профилей в судостроении, вагоностроении
15ХСНД	Для деталей вагонов, строительных свай, сложных профилей в судостроении. Обладает повышенной коррозионной стойкостью
10ХСНД	Применяется для изготовления элементов сварных металлоконструкций и различных деталей, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450°С.
Легированная конструкционная сталь	
38ХА	Для зубчатых колес, работающих на средних скоростях при средних давлениях

18ХГТ	Для деталей, работающих на больших скоростях при высоких давлениях и ударных нагрузках (зубчатые колеса, шпиндели, кулачковые муфты, втулки и др.)
20ХГР	Для зубчатых колес, валов-шестерен, червяков, валиков, пальцеви втулок тяжело нагруженных деталей, работающих при больших скоростях и ударных нагрузках
35ХМ	Для валов, деталей турбин и крепежа, работающих при повышенной температуре
Коррозионностойкая сталь	
06ХН28МТ	Для сварных конструкций, работающих в агрессивных средах (горячая фосфорная кислота, серная кислота до 10% и др.)
14Х17Н2	Рабочие лопатки, диски, валы, втулки, фланцы, крепежные и другие детали, для различных деталей химической и авиационной промышленности. Обладает высокими технологическими свойствами
20Х17Н2	Для высокопрочных тяжело нагруженных деталей, работающих на истирание и удар в слабоагрессивных средах
07Х21Г7АН5	Для сварных конструкций, работающих при температурах до -253°C и в средах средней агрессивности
Инструментальная легированная сталь	
9ХС	Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, кручении, контактном нагружении, а также упругими свойствами: для сверл, разверток, метчиков, плашек, гребенок, машинных штемпелей, клейм для холодных работ
6ХВ2С	используется для изготовления штампов сложной конфигурации, работающих в условиях повышенных ударных нагрузок, изделий для холодной работы – ножи для резки металла, обжимные матрицы/ пуансоны, резбонакатные плашки
Х12Ф1	профилировочных роликов сложных форм, секций кузовных штампов сложных форм,
5ХНВ	для молотовых штампов паровоздушных и пневматических молотов массой падающих частей до 3т
Конструкционная легированная сталь.	
12ХН3А	шестерни, валы, втулки, силовые шпильки, болты, червяки, муфты и другие цементируемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой

	поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок и при отрицательных температурах
40ХНМА	Коленчатые валы, клапаны, шатуны, крышки шатунов, ответственные болты, шестерни, кулачковые муфты, диски и другие тяжело нагруженные детали. Валки для холодной прокатки металлов
38Х2Н2МА	для изготовления тяжело нагруженных особо ответственных крупных деталей, имеющих сложную конфигурацию, применяемых после улучшения – шатуны, валы, шпильки, болты, другие изделия.
40ХН2МА	Для несварных узлов арматуры высокого давления. Используется для изготовления тяжело нагружаемых деталей – диски, кулачковые муфты, шестерни, ответственные болты, крышки шатунов, шатуны, клапаны, коленчатые валы, другие изделия.

Практическая часть

1. Задание

Используя таблицу №1 подберите марку стали по заданию. Охарактеризуйте выбранную сталь (по содержанию углерода, по содержанию легирующих компонентов, по назначению) и расшифруйте ее маркировку.

№ варианта	Требования эксплуатации
1	1. Подберите марку стали для крупного прокатного валка, с высокими прочностными и упругими свойствами
	2. Подберите марку стали коррозионностойкой сваи сложного профиля
	3. Подберите марку стали для изготовления зубчатого колеса, работающего на средних скоростях при средних давлениях
	4. Подберите марку стали для изготовления сварной конструкции, работающей при температурах до $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$
	5. Подберите марку стали для изготовления резбонакатных плашек
	6. Подберите марку стали для изготовления шестерни, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости
	1. Подберите марку стали для диска, работающего в условиях

2	небольшого напряжения
	2.Подберите марку стали для изготовления сварного бака для хранения химических веществ
	3.Подберите марку стали для изготовления кулачковой муфты, работающей на больших скоростях при высоких давлениях и ударных нагрузках
	4.Подберите марку стали для изготовления крепежных деталей в авиационной промышленности
	5.Подберите марку стали для изготовления сверл и разверток
	6.Подберите марку стали для изготовления валков для холодной прокатки
3	1.Подберите марку стали для зубчатого колеса, работающего в малонагруженном состоянии
	2.Подберите марку стали изготовления сварной балки, работающей при высоких нагрузках и температурах от -70 до 450°С
	3.Подберите марку стали для изготовления вала турбины, работающего при повышенной температуре
	4.Подберите марку стали изготовления режущих кромок ковша экскаватора, работающих на истирание и удар
	5.Подберите марку стали для изготовления штампа пневматического молота массой падающей части до 3т
	6.Подберите марку стали для изготовления крупных шатунов, в улучшенном состоянии
4	1.Подберите марку стали для втулки из цементируемой стали, с пластичным сердечником
	2.Подберите марку стали для изготовления сварной конструкции из арматуры
	3.Подберите марку стали для изготовления червяка, работающего в тяжело нагруженном состоянии при больших скоростях и ударных нагрузках
	4.Подберите марку стали для изготовления сварного бака, для хранения фосфорной кислоты
	5.Подберите марку стали для изготовления профилировочных

	роликов сложных форм
	6.Подберите марку стали для изготовления крышки шатунов, работающих в тяжело нагруженном состоянии.

2. Контрольные вопросы

1. Изложите случаи применения буквы «А» при маркировке легированных сталей.
2. Изложите наиболее характерные отличия в маркировке конструкционных сталей от инструментальной.
3. Как классифицируются стали по способу производства, степени раскисления?
4. Как влияет различное содержание углерода в углеродистой стали на ее механические свойства.

3. Содержание отчета

1. Название практической работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Отчет по заданию:

Марка стали	Расшифровка стали	Характеристика стали
1		
2		
3		
4		
5		
6		