

Министерство образования РМ
ГБПОУ РМ «Саранский государственный промышленно-
экономический колледж»

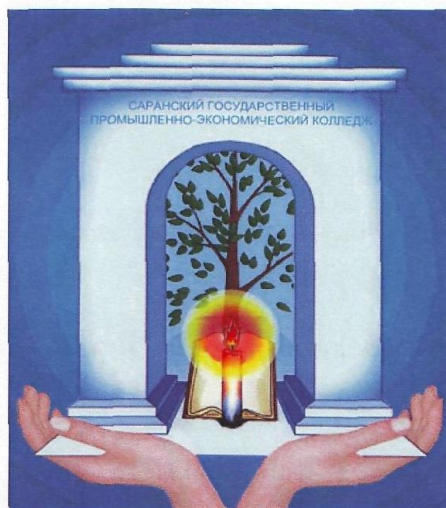


МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов по выполнению лабораторных работ

по дисциплине

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»



Саранск
2018

Печатается по решению методического совета
ГБПОУ РМ «Саранский государственный
промышленно-экономический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ для студентов по выполнению лабораторных работ по дисциплине «**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**» для профессий:

- 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))
- 15.01.35 Мастер слесарных работ
- 15.01.33 Токарь на станках с числовым программным управлением
- 15.01.34 Фрезеровщик на станках с числовым программным управлением

Составитель: преподаватель специальных дисциплин ГБПОУ РМ «СГПЭК»
Никифорова О.В.

Рецензент: Мишаров С.В., заместитель директора по УПР ГБПОУ РМ
«СГПЭК»

Лабораторная работа 1

Испытание на твёрдость по Бринеллю

Цель работы

Ознакомиться с методикой определения твёрдости металлов по Бринеллю

Приборы, материалы и инструменты:

Твёрдомер типа ТШ, образцы стали различной толщины, лупа для измерения диаметра отпечатка.

Пояснения к работе

Твердость- это свойство металла сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела определенной формы и размеров. Определение твердости является наиболее распространенным методом испытания металлов, позволяющим без разрушения изделия судить о его качестве. При испытании на твердость обычно определяется сопротивление металлов деформации при вдавливании наконечника индикатора.

Твердость тесно связана с пределом прочности образца, что позволяет, определив твердость, судить о пределе прочности и конкретном использовании испытываемого материала. Испытания на твердость методом Бринелля широко используются в машиностроении.

Задания

1. Ознакомиться с устройством и работой твёрдомера и правилами по технике безопасности при выполнении лабораторных работ
2. Изучить :
 - а) схему испытания твёрдости по Бринеллю
 - б) методику измерения отпечатка с помощью лупы (с зарисовкой схемы отчёта по шкале лупы)
3. Провести испытания на твёрдость по Бринеллю образцов стали

4. Определить твёрдость образца стали опытным (по таблице) и расчётным путём
5. Представить письменный отчёт о проведении работы
6. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы

Схема испытания и величина твёрдости по Бринеллю

Испытание на твёрдость производится вдавливанием в испытуемый образец стального шарика определённого диаметра под действием заданной нагрузки в течение определённого времени.

Схема испытания на твёрдость по Бринеллю дана на рисунке. В результате вдавливания на поверхности образца получается отпечаток (лунка). Отношение нагрузки P, H , к поверхности полученного отпечатка (шарового сегмента) $F, мм^2$ даёт число твёрдости, обозначаемое $HВ$:

$$HВ = P/F - н/мм^2$$

P – нагрузка приложенная к поверхности образца.

Принимают $P=300D^2$, где D – диаметр шарика в мм.

При испытании стали и чугуна выбираем $D=10$ мм, следовательно $P=30000H=3000кг$.

При испытании меди и её сплавов $D=10$ мм. $P=100D^2$, а при испытании очень мягких металлов (алюминий, баббиты и т.д.) $D=10$ мм, $P=25D^2$

Время выдержки образца под нагрузкой, для чёрных металлов 10секунд, для цветных 30секунд.

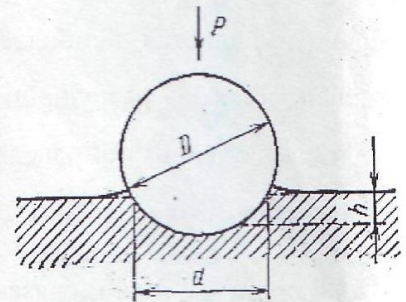
Применяют $D=10; 5$ или $2,5$ мм

F – поверхность шарового сегмента

$$F = \pi D h$$

D – диаметр вдавливаемого шарика, мм;

h – глубина отпечатка, мм.



Так как глубину отпечатка h измерить трудно, а гораздо проще измерить диаметр отпечатка d , то целесообразно величину h мм, выразить через диаметры шарика D и отпечатка d :

$$h = (D - \sqrt{D^2 - d^2})/2$$

Методом Бринелля не рекомендуется проводить испытания металлов с твёрдостью более HB 450, так как шарик будет деформироваться и показания неточными; испытывать материалы толщиной менее 2мм так как шарик будет продавливать образец металла

Контрольные вопросы.

1. Что называется твердостью материала?
2. В чем заключается сущность испытания на твердость?
3. В каком случае отпечаток при испытании на твердость будет больше: на стальном образце с меньшей или большей твердостью?
4. Из какого расчёта выбирается нагрузка, прикладываемая к испытываемому образцу?
5. Какие материалы не рекомендуют испытывать на твёрдость методом Бринелля?

Лабораторная работа 2

Испытание на твердость по Роквеллу

Цель работы

Ознакомиться с методикой определения твердости по глубине вдавливания алмазного конуса или шарика.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь прибор типа Роквелла, образцы стали в отожженном и закаленном состоянии.

Пояснения к работе

Металлы и сплавы обладают различными свойствами и в зависимости от этого применяются в машиностроительном производстве для изготовления различных деталей.

Выбор материалов определяется характером действующих нагрузок, условиями эксплуатации механизмов и механическими свойствами материалов к которым относится и твердость.

Контроль твердости осуществляется после термообработки и дает возможность установить наивыгоднейший режим механической обработки заготовок.

Испытание на твердость методом Роквелла высокопроизводителен, дает высокую точность измерения и прост в обслуживании.

Задание

1. Провести испытание на твердость по Роквеллу образцов стали
2. Определить твердость
3. Изучить:
 - а) схему испытания (с зарисовкой) и величину твердости по Роквеллу
4. Результаты испытания оформить в виде протокола

Схема испытания и величина твердости по Роквеллу

Испытание на твердость по Роквеллу производится вдавливанием в испытуемый образец (деталь) конуса из твердого сплава с углом 120° или стального закаленного шарика диаметром 1.588 мм. Шарик и конус вдавливаются в испытуемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок - предварительной и основной. Общая нагрузка будет равна сумме предварительной P_0 и основной P_1 нагрузок. Предварительная нагрузка P_0 во всех случаях равна

100Н (1Н=0,1 кГс). основная P_1 и общая P нагрузки при вдавливании стального шарика (шкала В) составляют $P_1=900\text{Н}$, $P=100+900=1000\text{Н}$, а при вдавливании алмазного конуса (шкала С) $P_1=1400\text{Н}$, $P=100+1400=1500\text{Н}$; при вдавливании алмазного конуса (шкала А) $P_1=500\text{Н}$, $P=100+1500=600\text{Н}$.

Число твердости по Роквеллу - число отвлеченное и выражается в условных единицах.

За единицу твердости принята величина, соответствующая осевому перемещению наконечника на 0,002мм.

В зависимости от того, применяют ли шарик или алмазный конус и от нагрузки, при которой проводят испытание (т.е. по какой шкале: А, В или С). число твердости обозначают HRA, HRB или HRC.

Определение твердости на приборе типа Роквелла имеет широкое применение, так как этот прибор дает возможность испытывать мягкие, твердые, а также тонкие материалы.

Подготовка прибора и проведение испытания

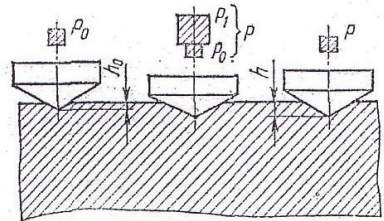
1. В конец шпинделя прибора закрепить оправку с твердосплавным наконечником- конусом и установить необходимую нагрузку.
2. Установить испытываемый образец на стол прибора.
3. Вращением маховика по часовой стрелке стол осторожно поднимать до тех пор, пока образец не упрется в ограничительный чехол, при этом малая стрелка индикатора должна стать против красной точки если большая стрелка будет отклонена больше, чем на 5 делений шкалы относительно нуля, то предварительную нагрузку задать вновь в другом месте образца.
4. Вращением барабана установить нуль шкалы С (черного цвета) против конца большой стрелки индикатора.
5. Плавным нажатием руки на клавишу включить в работу привод механизма нагружения.
6. После окончания нагружения произвести отсчет по шкале индикатора.

Полученный результат твердости записать в графу протокола. На каждом образце должно быть проведено не менее трех испытаний. Расстояние центра отпечатка от края образца или от центра другого отпечатка должно быть не менее 3 мм.

Протокол испытания на твердость по Роквеллу.

№ п/п	Материал образца	Шкала а	Твёрдость HRC				Перевод на твёрдость НВ
			Первое измерени	Второе измерени	Третье измерени	Среднее значени	

Схема определения твердости



Контрольные вопросы

1. Какими методами проводят испытания на твёрдость?
2. В каком случае определение твёрдости ведётся по шкале «В»?
3. В каком случае определение твёрдости ведётся по шкале «С», «А»?

Лабораторная работа 3

Построение кривых охлаждения железа. Изучение железоуглеродистых сплавов.

Цель работы

На конкретных примерах изучить диаграмму состояния системы «железо – углерод». Изучить влияние содержания углерода на структуру отожженной стали и белого чугуна.

Пояснения к работе

Диаграмма состояния железо-углерод показывает превращения происходящие при различных температурах в железоуглеродистых сплавах в условиях медленного охлаждения. Структура стали в равновесном состоянии определяется процентным содержанием углерода и образует в структурных составляющих: феррит, аустенит, цементит, графит, ледебурит, перлит.

В зависимости от концентрации углерода и структуры, стали и чугуны образуют группы: доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные стали доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны.

Задание

Вычертить диаграмму состояния «железо - углерод»

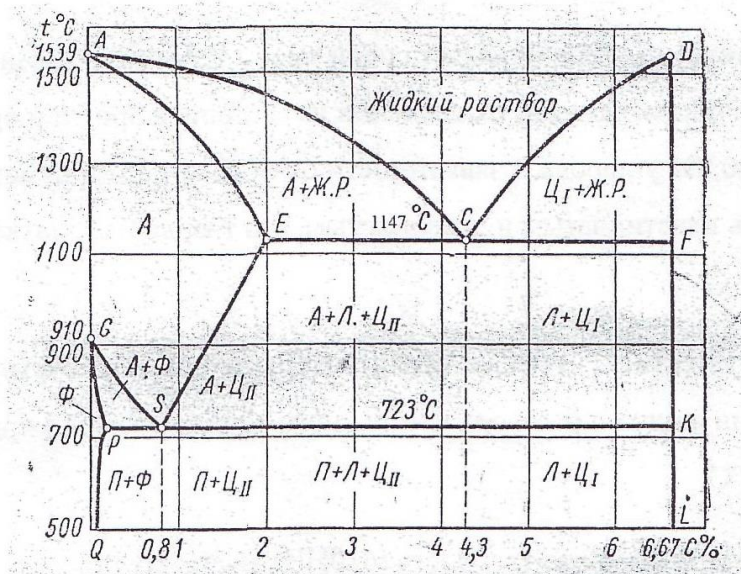
Диаграмма состояния «ЖЕЛЕЗО - УГЛЕРОД»

Железо — металл серебристо-белого цвета, мягкий. Чистое железо содержит 99,99% Fe. Технические сорта железа содержат 99,80— 99,91% Fe. Температура плавления железа 1539°C. До температуры 768°C железо магнитное. Температура 768°C, при которой железо теряет свои магнитные свойства, называется точкой Кюри.

Железо имеет две аллотропические модификации: Fe α и Fe γ . Альфа-железо Fe α существует при температурах ниже 911°C и выше 1401°C. В интервале температур 911—140°C существует гамма-железо Fe γ .

Железо в чистом виде не имеет широкого промышленного применения. В технике применяют сплавы железа с углеродом. Для изучения структурных составляющих железоуглеродистых сплавов рассмотрим диаграмму железо — цементит ($\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C}$).

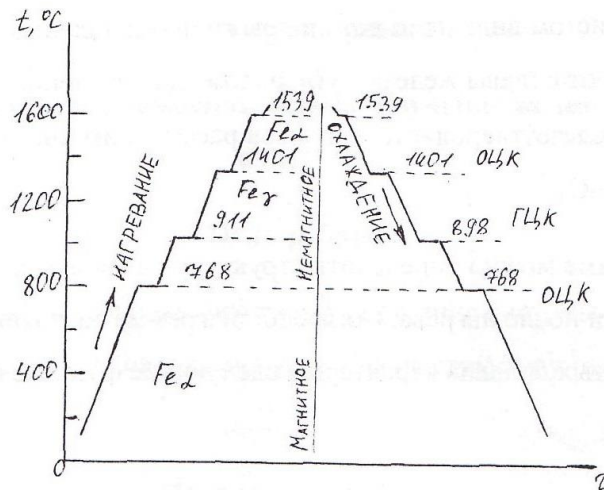
По диаграмме можно определить структуру сплавов как после медленного охлаждения, так и после нагрева. Согласно диаграмме состояния для железоуглеродистых сплавов характерны следующие фазовые и структурные составляющие.



Феррит - твердый раствор углерода в α -железе - Fe (C). Максимальная растворимость углерода в феррите около 0,006% при 20°C и 0,02% при 727 °C. Кристаллическая решетка - объемноцентрированный куб. Феррит магнитен и весьма пластичен. Твердость феррита 80-100НВ.

Аустенит - твердый раствор углерода в γ -железе - Fe (C). Максимальная растворимость углерода в аустените при 1147°C равна 2,14%. Кристаллическая решетка — гранецентрированный куб. Аустенит — твердый раствор внедрения. Аустенит немагнитен и обладает меньшим удельным объемом, чем феррит. Твердость аустенита около 200НВ.

Цементит - химическое соединение железа с углеродом – Fe₃C. Цементит имеет сложную (ромбическую) кристаллическую решетку, очень высокую твердость(НВ800), весьма хрупок.



Перлит (эвтектоид) - представляет собой смесь феррита и цементита. Перлит образуется при медленном охлаждении из аустенита при температуре 727°C и содержит 0,8% углерода. В зависимости от формы частиц цементита перлит может быть пластинчатым или зернистым, его твердость, соответственно 200-220НВ.

Ледебурит (эвтектика) - смесь аустенита и цементита. Ледебурит образуется при кристаллизации жидкого раствора постоянного состава (4,3%С) при температуре 1147 °С.

Ледебурит имеет очень высокую твердость (620НВ), очень хрупок.

В зависимости от содержания углерода железоуглеродистые сплавы подразделяются на стали и чугуны.

Стальями называются железоуглеродистые сплавы, содержание углерода в которых не

превышает 2,14%. Стали с содержанием углерода до 0,8% называются доэвтектоидными,

0,8% — эвтектоидными и больше 0,8% — заэвтектоидными.

Чугунами называются сплавы железа с углеродом, содержащие углерода более 2,14%. Чугуны, содержащие менее 4,3% углерода, называются доэвтектическими, содержащие 4,3% — эвтектическими и содержащие более 4,3% — заэвтектическими.

Контрольные вопросы

1. Сколько аллотропических модификаций имеет железо?
2. Назовите критические точки железа.
3. Дайте характеристику структурных составляющих системы «железо-углерод».

Лабораторная работа 4

Закалка стали

Цель и задачи работы

1. Ознакомиться с технологическим процессом термической обработки;
2. Сформировать практические умения и навыки проведения закалки углеродистой стали.

Приборы, материалы и инструменты

Для проведения работы используются: муфельная печь, термоэлектрический пирометр, закалочный бак с водой, закалочный бак с маслом, прибор типа Роквелла, образцы углеродистой стали - конструкционной 40-65 и инструментальной У9 - У12, клещи, штангенциркуль, шлифовальная шкурка. Образцы должны быть цилиндрические или прямоугольные диаметром или толщиной 10-15мм, высотой 15-20 мм из углеродистой конструкционной стали 40-65 и углеродистой инструментальной стали.

Пояснения к работе

Закалка- процесс термической обработки, проводимый с целью повышения прочности и твердости металлов и их сплавов. Основными параметрами закалки являются температура нагрева, скорость охлаждения и прокаливаемость. Температура нагрева стали зависит от концентрации углерода. Доэвтектоидные стали нагревают до температуры 940-960°, заэвтектоидные стали до 760-780°.

Закалочные среды должны обеспечивать высокую скорость охлаждения при температуре 650-550° (температура распада аустенита) и замедленное охлаждение с целью уменьшения внутренних термических напряжений и появления трещин в интервале температур 300-200°.

Прокаливаемость- способность стали закаливаться на определенную глубину.

Задание

1. Определить твердость образцов углеродистой стали в исходном и отожженном состоянии.

2. Нарисовать нижнюю левую часть диаграммы железо - цементит, указать на ней оптимальный температурный интервал закалки углеродистой стали и определить температурный режим нагрева под закалку изучаемых сталей.
3. Определить время нагрева образцов при принятой температуре. 4. Провести закалку в воде и масле образцов углеродистой стали. 5. Определить твердость после закалки

Определение твердости углеродистой стали в исходном отожженном состоянии

При определении твердости углеродистой стали необходимо использовать нормы твердости, указанные в таблице 1.

Нормы твердости углеродистой стали в отожженном состоянии

Марка стали	Твердость отожженной стали HB (не более)	Марка стали Вспомогательное время.	Твердость отожженной стали	
			HB (не более)	HRC
40	1970	У9	1920	10
45	2070	У10	1970	12
50	2170	У12	2070	14

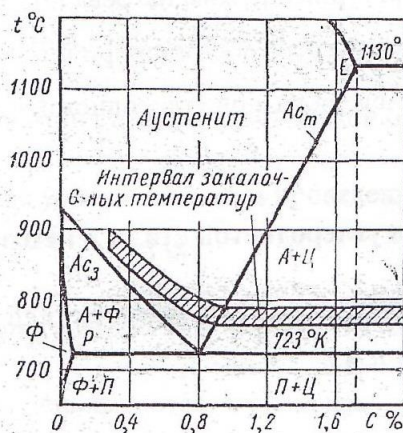
Закалка образцов и определение твердости углеродистой стали после закалки

1. Для среднеуглеродистых доэвтектоидных сталей (40 - 65) нормальной температурой закалки является температура на 30-50°C выше линии 08, т.е. Ас₃ + (30-50°C). Для высокоуглеродистых заэвтектоидных сталей (У 9 -У 12) нормальной температурой закалки является температура на 30-50°C выше линии РЖ, т.е. Ас₁ + (30-50°C).

2. Определить время нагрева образцов из расчета 1,5 мин на 1 мм диаметра или толщины образца.

3. При нагреве до X° закалки образцов из стали 40-65 исходная ферритно-перлитная структура превращается в структуру аустенита, а в образцах из стали

У9-У12 при температуре закалки будет структура аустенита и цементита, т.е. часть цементита остается нерастворенной.



4. При охлаждении в воде происходит распад аустенита с образованием мартенсита. При охлаждении в масле образуется смешанная мартенситно-трооститная структура.

Отпуск образцов и определение твердости углеродистой стали после отпуска.

1. Определить время выдержки при температурах отпуска из расчета: при температурах 200°C- 30 мин; при 400°C- 20мин; при 600°C - 10 мин+1мин на 1 мм диаметра или толщины образца.

2. В результате при 200°C происходит превращение мартенсита закалки в мартенсит отпуска, снижение внутренних напряжений и хрупкости, твердость остается почти без изменения.

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводится закалка, отжиг и нормализация стали?
2. Как влияет процентное содержание углерода на температуру нагрева стали при закалке?
3. Как влияет скорость охлаждения при закалке стали на формирование её структуры?
4. Назовите основные дефекты закалки, их причины и способы устранения.

Лабораторная работа 5

Микроанализ железоуглеродистых сплавов (сталей и белых чугунов) в равновесном состоянии

Цель работы

Изучить микроструктуру стали и белого чугуна с различным содержанием углерода и установить связь между структурами и диаграммой состояния железо – цементит.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь металлографический микроскоп; набор микрошлифов железа, углеродистых сталей и белых чугунов (с различным содержанием углерода) в равновесном состоянии, циркуль и линейку

Пояснения к работе

Для исследования микроструктуры металлов и сплавов применяют металлографические микроскопы, которые позволяют рассматривать при увеличении непрозрачные тела в отраженном свете. Макроанализ выполняют по излому образца или по макрошлифу.

Макрошлиф- образец металла, сторона которого шлифуется, а затем протравливается концентрированным раствором кислоты.

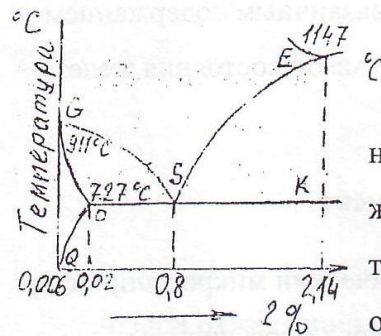
Микроанализ- исследование структуры металла с помощью микроскопа с кратностью 2000-3000 раз. Для исследования берут микрошлиф- образец с полированной поверхностью.

Задание

1. Изучить микроструктуры технического железа, углеродистых сталей (доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной) и белых в равновесном состоянии.
2. Начертить нижнюю левую и правую части диаграммы состояния железо-цементит, провести на них линии, соответствующие рассматриваемым сплавам и дать описание процессов превращений, происходящих при охлаждении сплавов.

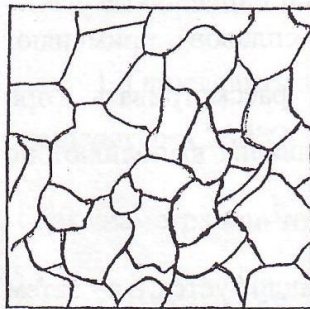
микроструктура технического железа и углеродистых сталей в равновесном состоянии

Микроструктура технического железа и углеродистых сталей для равновесных условий характеризуется нижней левой частью диаграммы состояния железо – цементит.



Сплавы с содержанием углерода до 0,02 % называются техническим железом. При 727 °C в α -железе растворяется 0,02% углерода, а при комнатной температуре 0,006%. В сплавах с содержанием углерода от 0,006% до 0,02% при понижении температуры из феррита выделяется третичный цементит по границам зерен феррита.

Микроструктура технического железа – феррит

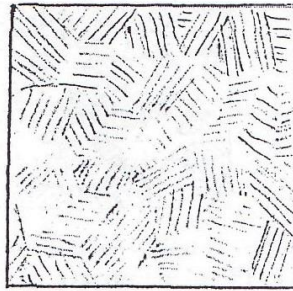


феррит

Микроструктура доэвтектоидной и эвтектоидной стали

Сплавы с содержанием углерода от 0,02% до 0,8 % называется доэвтектоидными сталями. Микроструктура доэвтектоидной стали состоит из феррита и перлита.

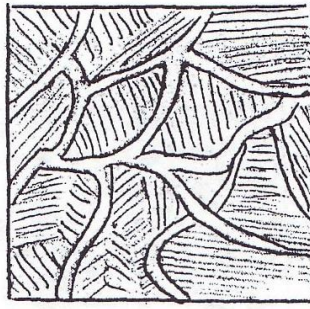
Сплавы с содержанием углерода 0,8% называются эвтектоидной сталью. Микроструктура эвтектоидной стали состоит из одного перлита. Перлит - это эвтектоид - механическая смесь феррита и цементита, получающаяся в результате распада аустенита с 0,8%С. В доэвтектоидной стали количество перлита и феррита зависит от содержания углерода. С увеличением содержания углерода количество феррита уменьшается, а количество перлита увеличивается.



Эвтектоидная сталь с 0,8% С – перлит

Доэвтектоидная сталь - феррит + перлит - с различным содержанием углерода

Сталь с содержанием углерода от 0,8% до 2,14% называется заэвтектоидной и имеет структуру, состоящую из перлита и вторичного цементита.



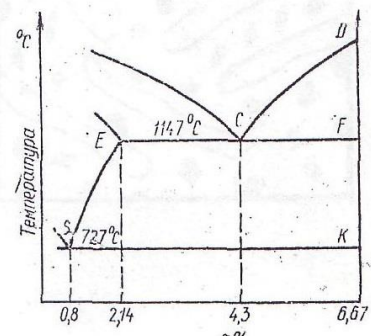
Заэвтектиоидная сталь с 1,2% С - перлит + цементит

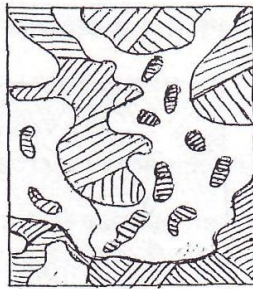
Микроструктура белых чугунов

В белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии, т.е. в виде цементита. Белый чугун в зависимости от содержания углерода разделяется на доэвтектический (от 2,14% доэвтектический (от 2,14% до 4,3% С), эвтектический (4,3% С) и заэвтектический (от 4,3% до 6,67% С).

Микроструктура доэвтектического белого чугуна

Доэвтектический белый чугун после полного охлаждения имеет структуру: ледебурит (цементитная эвтектика) + перлит + вторичный цементит. Вторичный цементит выделяется из аустенита.

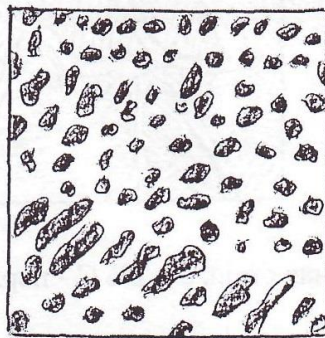




Доэвтектический белый чугун с 3% С + перлит + ледебурит

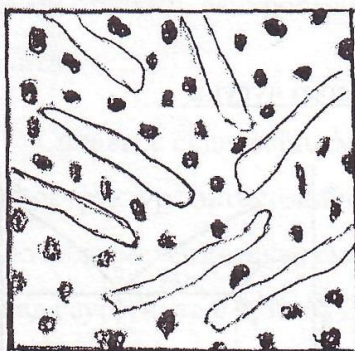
Микроструктура эвтектического белого чугуна

Эвтектический белый чугун состоит только из одного ледеburита (цементитной эвтектики), образующегося при 1147 °С при эвтектической кристаллизации жидкого сплава с содержанием углерода 4,3% и состоящего из эвтектического (при 1147 °С) цементита и аустенита, содержащего 2,14% С (точка Е диаграмме железо-цементит).



Микроструктура заэвтектического белого чугуна

Микроструктура заэвтектического белого чугуна состоит из ледеburита (цементитной эвтектики) и первичного цементита.



Контрольные вопросы

1. Какой сплав называется сталью?
2. Написать содержание углерода в доэвтектоидных, эвтектоидных и заэвтектоидных сталях. Отметить их структуры
3. Написать содержание углерода в доэвтектических, эвтектических и заэвтектических чугунах, обозначить их структуры.

Лабораторная работа 6

Микроанализ химико-термически обработанных углеродистых легированных сталей

Цель работы

Изучить микроструктуры химико-термически обработанных сталей и зависимость между структурой и свойствами стали после различных видов обработки.

Приборы, материалы и инструмент

Для проведения работы необходимо иметь металлографический микроскоп; набор микрошлифов химико-термически обработанных сталей.

Пояснения к работе

Получающийся при полной закалке в доэвтектоидной стали мартенсит имеет игольчатое строение, иглы имеют небольшие размеры и поэтому трудно различимы при 600 кратном увеличении. С повышением температуры закалки на 100-150° выше критических точек, размер игл мартенсита увеличивается и они становятся видимыми под микроскопом, но такой нагрев повышает хрупкость стали.

Мартенсит, получающийся после закалки заэвтектоидной стали, имеет иглы очень небольших размеров. Тростит и сорбит закалки имеют пластинчатое строение цементита, а тростит отпуска- зернистое.

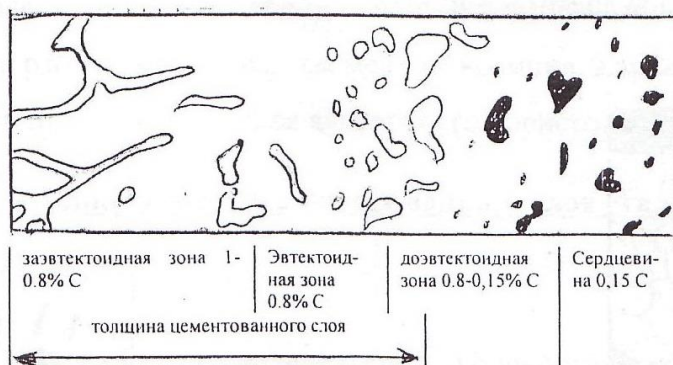
Задание

1. Изучить микроструктуры химико-термически обработанных сталей- цементованной, азотированной, планированной, алитированной, хромированной, силицированной, борированной.

2. Начертить диаграмму состояния железо-азот и дать описание происходящих в стали процессов, превращений при азотировании.

Микроструктура химико-термически обработанной стали

В цементованной стали содержание углерода уменьшается от поверхности к сердцевине



Микроструктура низкоуглеродистой стали после цементации

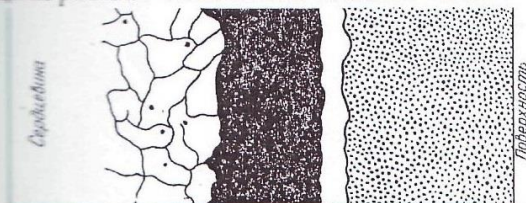
(схема)

От поверхности образуется структура перлита и цементита заэвтектоидная зона), далее располагается перлит (эвтектоидная зона) и затем при переходе к сердцевине - перлит и феррит (переходная, доэвтектоидная зона). Чем ближе к сердцевине, тем меньше становится перлита и больше феррита.

После закалки цементованной стали в цементованном слое образуется структура мартенсита.

Микроструктура азотированной стали

Концентрация азота изменяется от поверхности в глубь слоя соответственно диаграмме состояния железо-азот



Азотированный слой железа

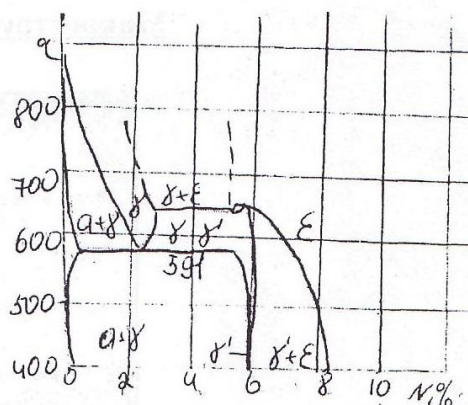
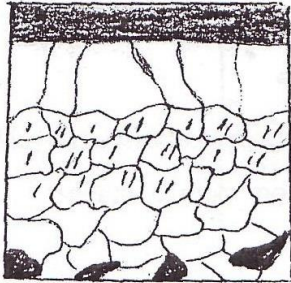


Диаграмма состояния железо-азот

Микроструктура алитированной стали

Структура алитированного слоя состоит из зерен химического соединения Fe_2Al_5 (самый наружный слой), зерен твердого раствора алюминия в α -железе, пронизанных иглами того же химического соединения (следующий слой), и зерен

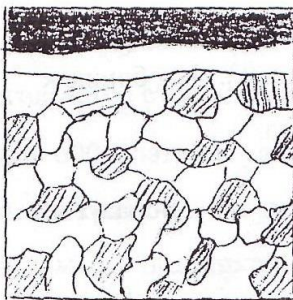
твердого раствора без игл химического соединения. Содержание алюминия в алитированном слое достигает 40-50%



Алитированный слой низкоуглеродистой стали

(схема микроструктуры)

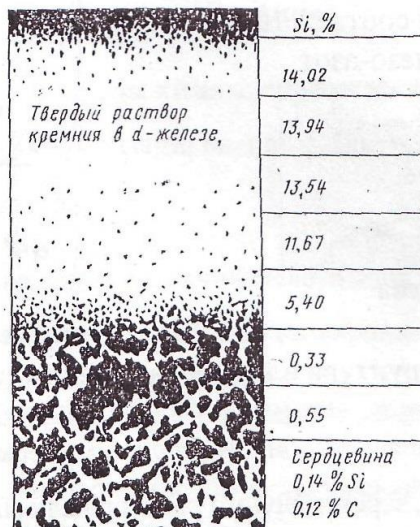
Микроструктура хромированной стали



Хромированный слой низкоуглеродистой стали представляет собой твердый раствор хрома в $Fe\alpha$ и содержит 30-60% хрома. Хромированный слой средне и высокоуглеродистых сталей состоит из карбидов $(Cr_2Fe)_7C_2$

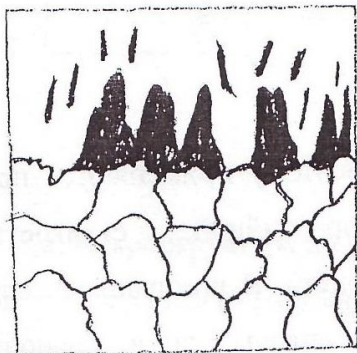
Содержание углерода в поверхностном слое достигает 7-8%, а хрома 75-95%.

Микроструктура силицированной стали



Микроструктура силицированного слоя представляет собой твердый раствор кремния в α -железе. Количество кремния в поверхностных зонах слоя достигает 14%; чем глубже расположена зона, тем меньше кремния. Характерной особенностью силицированного слоя является его пористость.

Микроструктура борированного слоя стали



Основное свойство борированного слоя - исключительно высокая твердость вследствие образования на поверхности высокотвердых боридов железа FeB Fe_2B

Контрольные вопросы

1. Почему в цементованной стали содержание углерода уменьшается от поверхности к сердцевине стали?
2. С какой целью проводится закалка цементованных деталей?
3. Указать свойства азотированных, хромированных, алитированных, силицированных и борированных слоев стали.

Лабораторная работа 7

Микроанализ сплавов цветных металлов.

Цель работы

Изучить микроструктуры сплавов цветных металлов.

Пояснение к работе

Цветные металлы значительно дороже черных, поэтому применяются при изготовлении деталей, требующих повышенной коррозионной стойкости, электропроводности, магнитных и технологических свойств. В промышленности наиболее широко применяются медь, алюминий и сплавы на их основе. Основными сплавами на основе меди являются латунь и бронза. Алюминий с медью, магнием, кремнием, цинком и другими элементами образует ряд технических сплавов, обладающих лучшими свойствами, или чистый алюминий. Сплавы разделяются на деформируемые и литейные. Деформируемые применяются для получения изделий методом пластического деформирования (штамповка, прокатка, волочение и т.п.).

К ним относятся сплавы марок АК2, АК4, АК6, АК8, дуралюмины: Д1, Д6, Д16, Д18, обладающие высокой прочностью и пластичностью. Литейные сплавы на основе меди АЛ1, АЛ7, АЛ12 подвергают термообработке для повышения механических свойств. Литейные сплавы на основе кремния называют силуминами. Они содержат от 5 до 14 процентов кремния и применяются в литом виде.

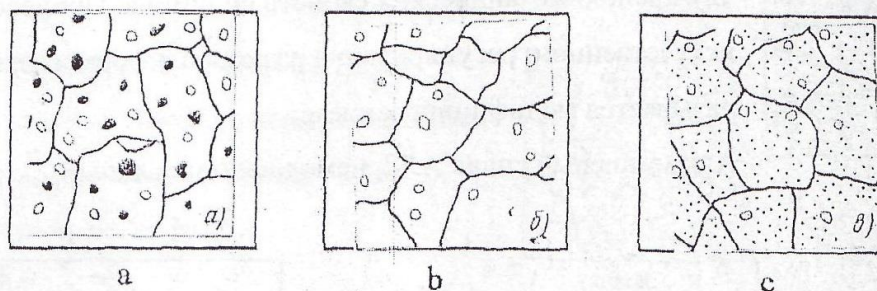
Задание

Изучить микроструктуры алюминиевых, магниевых и медных сплавов.

Микроструктура алюминиевых сплавов.

Микроструктура силумина. Силуминами называются сплавы алюминия с кремнием с содержанием кремния 6-13%. На рисунке 1 дана микроструктура силумина с 12% кремния. Если в жидкий сплав перед его кристаллизацией ввести

Дюралюмин характеризуется следующим средним составом: 4% меди, примерно по 0,5% марганца, магния, кремния, железа, остальное - алюминий.



Схемы микроструктур дюралюмина Д1.

а) микроструктура дюралюмина после отжига при 30°C. (рисунок 4, а) состоит из твердого α -раствора и включений железистых и марганцовистых фаз.

Растворимые включения - темные.

Нерастворимые включения - светлые.

б) микроструктура дюралюмина после закалки в воде от 510°C (рисунок 4, б)

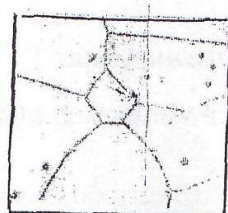
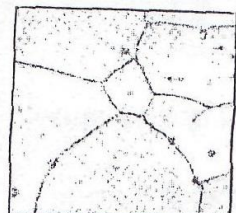
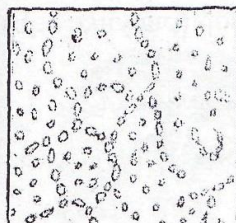
в) микроструктура дюралюмина после закалки и искусственного старения при 250°C. (рисунок 4, в). Точечные мелкодисперсные включения растворимых фаз, выделившихся из α -твердого раствора в процессе искусственного старения.

Микроструктура магниевых сплавов.

Магниевые сплавы содержат, кроме магния, алюминий, цинк, марганец. Эти все элементы обладают ограниченной растворимостью в магнии, поэтому магниевые сплавы способны при определенном химическом составе подвергаться термической обработке (закалке и старению). Магниевые сплавы литейные -

маркируются МЛ, деформируемые - МА.

микроструктура литейного магниевого сплава МЛ5 (7,5-9%Al; 0,2-0,8% Zn; 0,15-0,5% Mn). Включения Mg_4Al_3 .



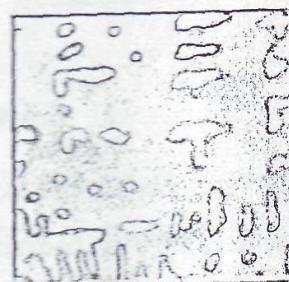
- структура этого сплава МЛ5 после отжига и закалки. Стжит при 3-60°C, ьгааяжй. од



небольшое количество (0,01-0,1%>) натрия, это приводит к измельчению включений кремния и значительному улучшению механических свойств силумина. Процесс искусственного регулирования размеров и формы зерна называется модифицированием.

Алюминиевый сплав АЛ2, немодифицированный.

На рисунке 2 дана микроструктура силумина с 12% кремния, после его модифицирования натрием.

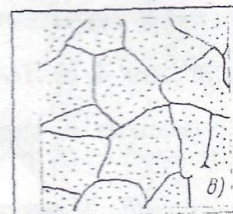
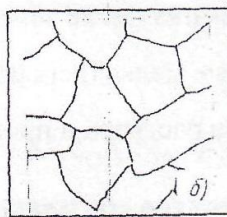
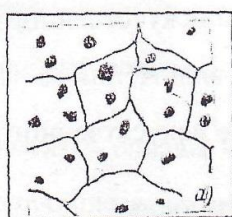


Алюминиевый сплав АЛ2,

модифицированный.

Микроструктура алюминиевомедных сплавов.

Алюминиевомедный сплав с 4% меди, имеет следующие микроструктуры

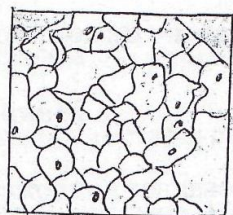


- а) после отжига точечные включения химического соединения CuAl_2 , (рисунок 3., а);
- б) после закалки включения CuAl_2 растворились в алюминии. Быстрым охлаждением был зафиксирован пересыщенный твердый α - раствор (рисунок 3., б)
- в) после закалки и искусственного старения при 250°C в сплаве выделились точечные мелкодисперсные включения химического соединения CuAl_2 (рисунок 3, с).

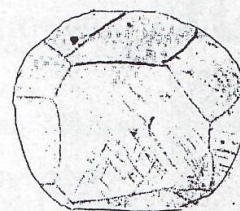
Микроструктура дюралюмина.

410-415°C с охлаждением на воздухе. Точки нерастворившиеся соединения Mg_4Al_3 .

По хим. составу деформируемые магниевые сплавы близки к литейным. Сплавы МА5 по структуре мало отличаются от МЛ5.



после
отжига

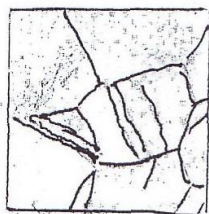


после
закалки

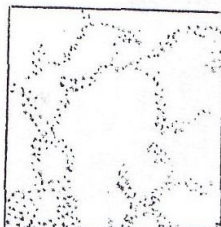
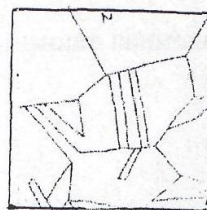
Микроструктура меди.

В структуре меди видно наличие двойников.

Деформированная



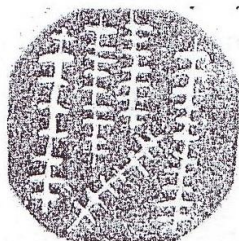
Отожженная



– в структуре меди, содержащей 0,15% кислорода образуется закись меди Cu_2O , которая располагается в виде эвтектики $Cu-Cu_2O$ по границам зерен (в виде точек) и придает меди хрупкость. На рисунке - литая медь.

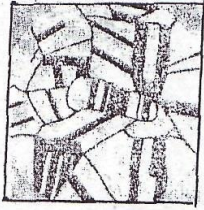
Микроструктура латуней

Практическое применение находят однофазные латуни с содержанием цинка до 39% (α -латуни) и двухфазные латуни с содержанием цинка 39-45% ($\alpha+\beta$).

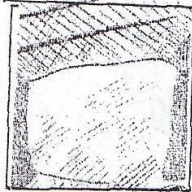


α - литая α -латунь с 30% цинка (Л70).

Светлые участки-дендриты, богатые медью, затвердевшие первыми из жидкого состояния. Темные участки - междендритные пространства, обогащенные цинком.



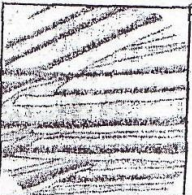
- микроструктура деформированной и отожженной α -латуни имеет зернистое строение и полосы двойников. Вследствие различной ориентировки зерен (анизотропии) они травятся разным, поэтому имеют различную окраску.



- деформированная и отожженная оловянная бронза с 6% олова имеет однородные по составу зерна твердого α -раствора



-литая алюминиевая бронза Бр АЖН10-4-4



-закаленная алюминиевая бронза Бр АЖН10-4-4



- свинцовая бронза Бр С30. Белый фон - медь, темный включения - свинец.

Микроструктура бронз.

Контрольные вопросы.

1. Что называется модифицированием?
2. Точечные мелкодисперсные включения повышают прочность. В каком случае они образуются в алюминиевых сплавах и в дюралюминах?
3. Какая термообработка применяется для магниевых сплавов?

Литература

4. Б. Е. Черток. Лабораторные работы по технологии металла МАШГИЗ, г. Киев 1969г.
3. А. А. Черенахин. Материаловедение. Академия. Москва. 2004 г.
2. Ю. М. Лахтин. Основы металловедения «металлургия». Москва. 1988г.
1. А. М. Адашкин. Материаловедение. Академия. Москва .2004г.

Отпечатано в центре оперативной полиграфии
ГБПОУ РМ «Саранский государственный промышленно-
экономический колледж»
430000. г.Саранск, пр.Ленина,24