

Добрый день, гр. 42. Выполняем на формате А4 работу. Сдаем при выходе на очную учебу. У кого папки сданы, потом вставьте листы. С ув. Мамонова Н.В.

Переписываем все
СЛОВО В СЛОВО.

Лабораторная работа 4.

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

Цель работы.

Изучить микроструктуры стали и белого чугуна с различным содержанием углерода и установить связь между структурами и диаграммой состояния железо - цементит

Задание.

1. Изучить микроструктуры технического железа, углеродистых сталей (доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной) и белых чугунов (эвтектического, до - и заэвтектического) в равновесном состоянии.
2. Результаты микроанализа оформить в виде протокола.
3. Начертить нижнюю левую и правую части диаграммы состояния железа - цементит, провести на них линии, соответствующие рассматриваемым сплавам, и дать описание процессов превращения, происходящих при охлаждении сплавов.
4. Написать отчет по работе в соответствии с пунктами 2 и 3 задания.

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.

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 (рис. 1).

Сплавы с содержанием до 0,02 % С называются техническим железом, от 0,02 до 0,8 % С – доэвтектоидными сталями и от 0,8 до 2,14% С – заэвтектоидными. Сплав с содержанием 0,8 % С называется эвтектоидной сталью.

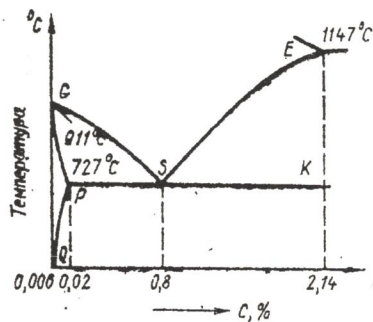


Рисунок 1. Нижняя левая часть диаграммы состояния железо-цементит.

Рисунок 1. Нижняя левая часть диаграммы состояния железо-цементит.

Микроструктура технического железа. Растворимость углерода в α -железе переменная (см. линию PQ рис. 2). С понижением температуры растворимость углерода в α -железе понижается. При 727°C в α -железе растворяется 0,02 % C, а при комнатной температуре 0,006 % C. В связи с этим сплавы железа с содержанием до 0,006 % C имеют структуру только твердого раствора углерода в α -железе, т.е. феррита.

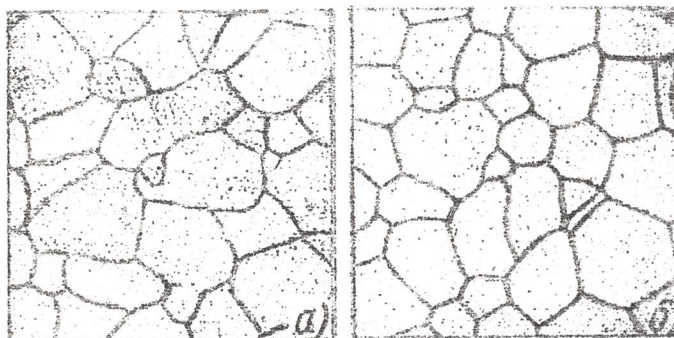


Рисунок 2. Техническое железо- феррит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры



Рисунок 3. Сталь с 0,015% C-феррит + цементит (третичный):
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

В сплавах с содержанием от 0,006 до 0,02 % C в связи с понижением растворимости углерода в α -железе при понижении температуры из феррита выделяется цементит, называемый третичным. Третичный цементит выделяется по границам зерен феррита (рис. 3).

Микроструктура доэвтектоидной и эвтектоидной стали. микроструктура доэвтектоидной стали (до 0,8 % C) состоит из феррита и перлита. Микроструктура эвтектоидной стали (0,8 % C) состоит из одного перлита. Микроструктура феррита дана на рис.2. Что же представляет собой вторая структурная составляющая доэвтектоидных сталей – перлит? На рис.4 дана микроструктура перлита. Перлит – это эвтектоид – механическая

эвтектоидной стали, поверхность имеет перламутровый отлив, в связи с чем такую структуру и назвали перлитом. После травления 4 %-ной азотной кислотой в спирте на шлифе получается микрорельеф.

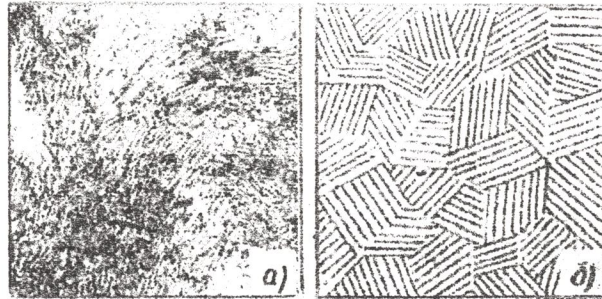


Рисунок 4. Эвтектоидная сталь с 0,8% С-перлит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

Это объясняется тем, что феррит с меньшим электрохимическим потенциалом, чем цементит, более интенсивно растворяется в кислоте. Кроме того, интенсивно растравливаются границы между цементитом и ферритом. Поэтому падающий в микроскопе на микрошлиф свет будет давать тени от выступов (цементитных пластин) на углубленные (феррит) места (рис. 5,а). На микроструктуре перлита (рис. 5,б) общий светлый фон – феррит, выступающие пластины – цементит, темные места – тени. В зависимости от скорости охлаждения пластины цементита в перлите могут быть длиннее или короче и толще или тоньше.

В доэвтектоидной стали после травления феррит выявляется в виде светлых полей, а перлит – в виде полосчатого строения (рис. 6).

Количество перлита и феррита в доэвтектоидной стали зависит от содержания углерода. С увеличением содержания углерода количество феррита уменьшается, а количество перлита увеличивается (рис. 7).

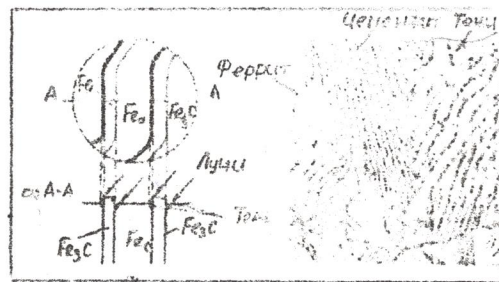


Рисунок 5. Перлит:

а-схема, поясняющая видимость пластичного перлита под микроскопом;
б- микроструктура перлита при большом увеличении (x2000)

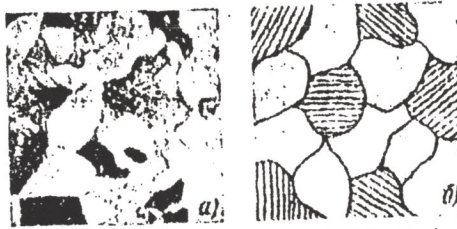


Рисунок 6. Доэвтектоидная сталь с 0,3% С-феррит + перлит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

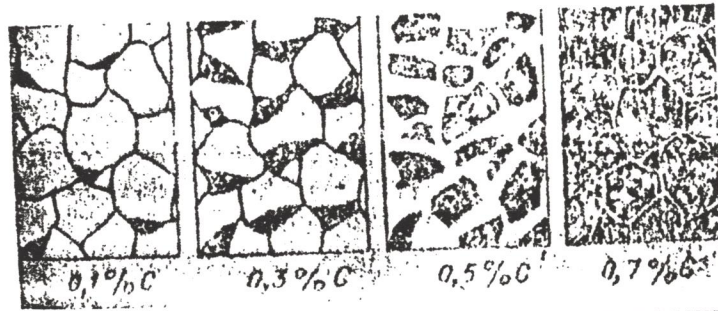


Рисунок 7. Схемы микроструктур стали с разным содержанием углерода

По микроструктуре доэвтектоидной стали можно приблизительно определить содержание в ней углерода, для чего ориентировочно определить площадь (в процентах), занимаемую ферритом и перлитом.

В связи с тем, что в феррите растворено очень небольшое количество углерода, практически можно считать, что в доэвтектоидной стали весь углерод находится в перлите.

Тогда содержание углерода C в стали можно определить по формуле

$$C = F \cdot 0.8 / 100\%$$

Где F - площадь, занимаемая перлитом, %.

Предположим, например, что 30 % всей площади занято ферритом, 70 % перлитом. Содержание углерода в такой стали будет

$$C = 70 \cdot 0.8 / 100 = 0,56 \%$$

Микроструктура заэвтектоидной стали. Сталь с содержанием углерода 0,8 до 2,14 % называется заэвтектоидной и имеет структуру, состоящая из перлита и вторичного цементита. Вторичный цементит выделяется из аустенита при охлаждении от температуры A (линия SE) до температуры A_r (линия PSK) (см. рис. 1).

При медленном охлаждении вторичный цементит выделяется в виде сетки границам зерен аустенита.

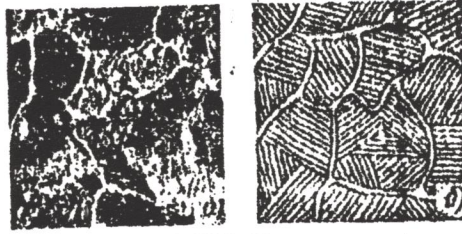


Рисунок 8. Заэвтектоидная сталь с 1,2% С- перлит + цементит (в виде сетки): а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

При достижении температуры A_1 аустенит превращается в перлит. В результате медленного охлаждения заэвтектоидной стали имеет структуру перлита и сетку цементита (рис. 8), белая сетка – вторичный цементит, а внутри сетки зерна пластичного строения – перлит.

Чем больше углерода в заэвтектоидной стали, тем более массивной (толстой) получается цементитная сетка.

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 до 4,3 % С), эвтектический (4,3 % С) и заэвтектический (от 4,3 до 6,67 % С).

Во всех белых чугунах имеется цементитная эвтектика (ледебурит). Эвтектический белый чугун состоит только из одного ледебурита, поэтому рассмотрение структуры белого чугуна целесообразно начинать со структуры эвтектического белого чугуна.

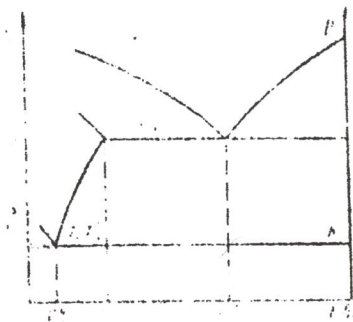


Рисунок 9. Правая часть диаграммы состояния железо-цементит

Микроструктура эвтектического белого чугуна.

Микроструктура эвтектического белого чугуна состоит только из одного ледебурита (цементитной эвтектики), образуется при 1147°C при эвтектической кристаллизации жидкого сплава с содержанием 4,3 % С и состоящего (при 1147°C) из эвтектического цементита и аустенита, содержащего 2,14 % С (точка E на диаграмме железо – цементит). При последующем охлаждении вследствие

уменьшения растворимости углерода в аустените (линия SE на диаграмме железо – цементит, рис. 9) из аустенита выделяется (как и в заэвтектоидных сталях) вторичный цементит. Вторичный цементит сливается с цементитом эвтектическим, поэтому в структуре эвтектики невозможно указать, где находится в отдельности эвтектический цементит и вторичный цементит.

При 727°C эвтектика состоит из цементита (эвтектического и вторичного) и аустенита с содержанием $0,8\%$ С. При этой температуре аустенит превращается в перлит. Таким образом, после полного охлаждения ледебурит (цементитная эвтектика) состоит из цементита и перлита (рис. 10).

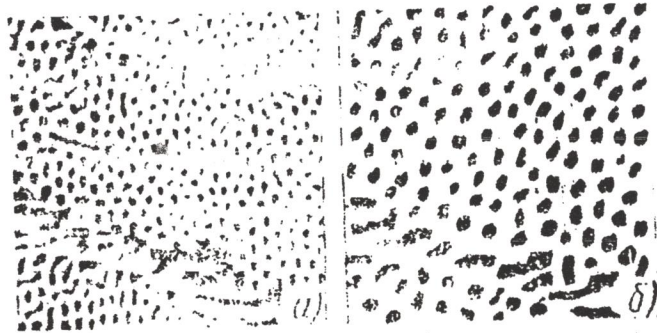


Рисунок 10. Эвтектический белый чугун с $4,3\%$ С- ледебурит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

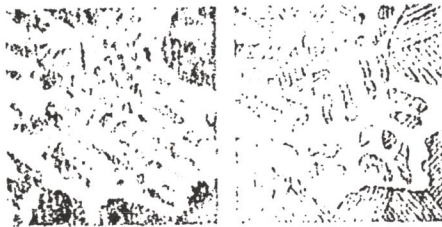


Рисунок 11. Доэвтектический белый чугун с 3% С- перлит + ледебурит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

Микроструктура доэвтектоидного белого чугуна.

Доэвтектический белый чугун после полного охлаждения имеет следующую структуру: ледебурит (цементитная эвтектика) + перлит + вторичный цементит. Вторичный цементит выделяется из аустенита, содержащего при 1147°C $2,14\%$ С, а при 727°C $0,8\%$ С. В белых чугунах с низким содержанием углерода (близким к $2,14\%$) вторичный цементит выявляется достаточно отчетливо, так как в таких чугунах мало ледебурита. С увеличением содержания углерода, когда ледебурита

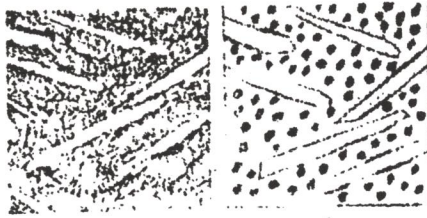


Рисунок 12. Заэвтектический белый чугун с 5% С- цементит (первичный) и ледебурит:
а- микроструктура (x500); б- схема микроструктуры

становится относительно много, вторичный цементит в структуре сливается цементитом ледебурита (эвтектическим). Можно считать, что структура таких доэвтектических белых чугунов состоит из ледебурита (цементитной эвтектики) перлита. На рис 11 дана микроструктура доэвтектического белого чугуна.

Таблица 1 Протокол микроанализа сталей и белых чугунов.

№ п/п	Наименование и марка сплава	Содержание углерода, %	Микроструктура	
			Зарисовка	Наименование
1	2	3	4	5

Примечание. Микроструктуру зарисовать в кругах диаметром ~ 50 или в квадратах размером 50 × 50 мм. Основное при зарисовке микроструктуры уловить характерные особенности микроструктуры и передать их на рисунке. При необходимости передавать на рисунке фотографически точное изображение. Фазы структурные составляющие указывать стрелками и около стрелок, на полях рисунка их наименование.

Микроструктура заэвтектического белого чугуна. Микроструктура заэвтектического белого чугуна состоит из ледебурита (цементитной эвтектики) и первичного цементита (рис. 12).

Контрольные вопросы

1. Дать определение стали.
2. Перечислить фазы в железоуглеродистых сталях.
3. Что такое равновесное состояние сплава?
4. Дать определение всем фазам и структурам в железоуглеродистых сталях.
5. В чём различие между твёрдым раствором и химическим соединением?
6. От чего зависит структура углеродистой стали в равновесном состоянии?
7. Определить содержание углерода в стали по её микроструктуре.
8. Описать микроструктуру и назвать марки доэвтектоидной заэвтектоидной сталей.
9. Объяснить связь прочностных и пластичных характеристик с содержанием углерода в сталях.
10. На каком принципе основан выбор марок сталей с точки зрения металловедения?
11. Почему белые чугуны не нашли широкого применения, в качестве конструкционного материала.