

PACS:64.70Kb

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У СПЛАВАХ СИСТЕМИ Fe-B-C З МАЛИМ ВМІСТОМ БОРУ

Н. Ю. Філоненко*, вик. С. Б. Піляєва**, с. н. с., Н. О. Здоровець**, м. н. с.

*Дніпропетровська державна медична академія

**Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Вступ

Одним з перспективних напрямків фізики твердого тіла є розроблення металевих сплавів з прогнозованими властивостями шляхом зміни їх фазового складу та керування фазовими перетвореннями, що здійснюються в них. Відомо, що домішки бору впливають на фазові перетворення в сплавах на основі заліза [1-5].

Однак, більш детальні відомості про фазовий склад та фазові перетворення в сплавах системи Fe-B-C з малим вмістом бору, відсутні.

У зв'язку з цим в даній роботі було досліджено фазові перетворення та фазовий склад сплавів системи Fe-B-C.

Методика експерименту

Досліджували сплави з вмістом бору 0,003-0,1 % (мас.) і карбону 0,1-0,5 % (мас.). Складові шихти мали такий вміст основного елемента: залізо карбонільне – 99,99 % (мас.), бор аморфний – 97,0 % (мас.), графіт електродний ЕУО з вмістом карбону 99,96 % (мас.). Плавку зразків виконували в печі Тамана в алундових тиглях в атмосфері аргону.

Фазовий склад сплавів визначали методом мікрорентгеноспектрального аналізу на мікроскопі JSM – 6490 та оптичному мікроскопі «Неофот - 21». Температури фазових перетворень встановлювали за результатами диференційного термічного аналізу. Рентгеноструктурний аналіз проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-3 у монохроматизованому Fe-K_α випромінюванні. Для фіксації фазового складу сплавів системи Fe-B-C та визначення фазових перетворень було проведено нагрів при температурах 1023 К, 1150 К, 1183 К та 1243 К та послідує охолодження сплавів зі швидкістю 100 К/с.

Результати експерименту та їх обговорення

За результатами дослідження фазового складу в сплавах системи Fe-B-C мікроструктура сплаву в залежності від вмісту бору та карбону має наступні складові: ферит, перліт, борид заліза Fe₂B, бороцементит Fe₃(CB), кубічний борокарбід Fe₂₃(CB)₆.

Через негативний вплив на фізичні властивості сплавів надлишкових фаз, що містять бор, які утворюються по границях зерен, необхідно встановити вплив температури нагріву на закономірності утворення цих фаз.

Для визначення температур, при яких відбуваються фазові перетворення у сплавах системи Fe-B-C, було проведено диференційний термічний аналіз.

Результати термічного аналізу свідчать про те, що у сплавах при вмісті бору 0,004 % (мас.) спостерігали чотири фазових перетворення при

температурах 1023 К, 1115 К, 1183 К та 1243 К, а при збільшенні вмісту бору до 0,1 % (мас.) – три при, відповідно, 1083 К, 1194 К і 1251 К (рис. 1).

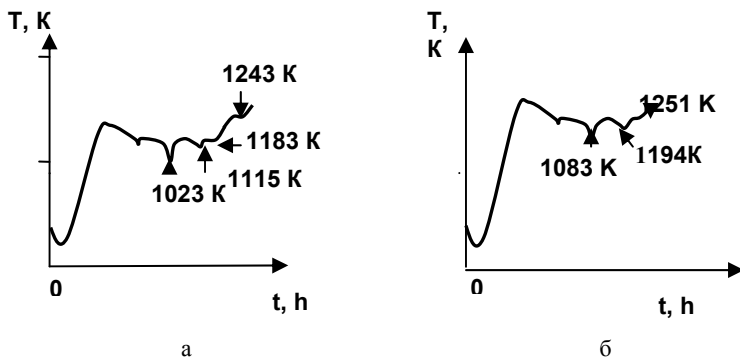


Рис. 1. Термограма сплавів з вмістом карбону 0,35% (мас.) та бору: а) 0,004 % (мас.), б) 0,1 % (мас.)

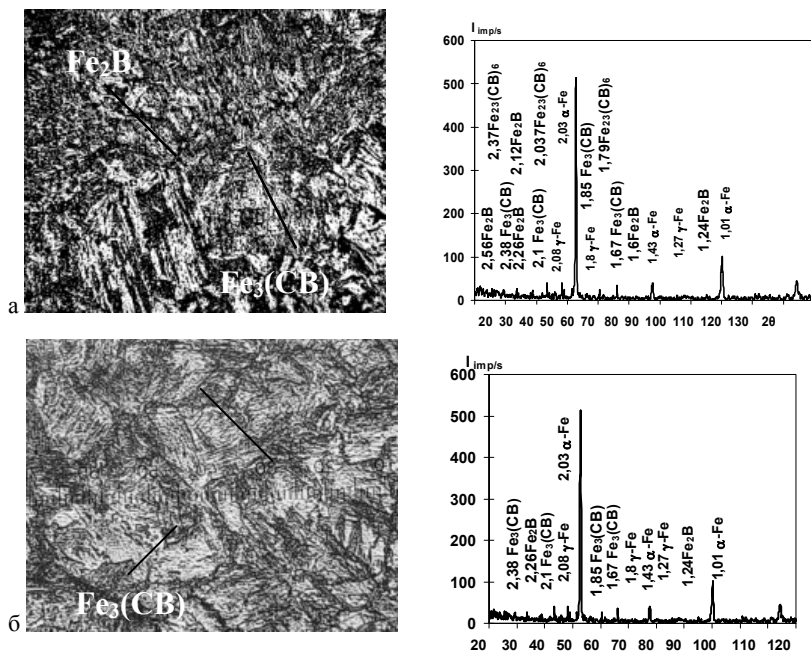


Рис. 2. Мікроструктури та дифрактограми сплаву з вмістом карбону 0,4 %, бору 0,004 % (мас.) після попередньої тривалої витримки протягом 5 годин при температурі 1115 К (а) та 1183 К (б), і наступного охолодження у воді зі швидкістю 100 К/с, x1000

Для фіксації фазового складу сплавів системи Fe-B-C, та визначення фазових перетворень було проведено нагрів, витримку та послідує охолодження при температурах, отриманих за результатами диференційного термічного аналізу.

Для сплавів з вмістом бору 0,004 % (мас.) та 0,35 % (мас.) карбону ізотермічна витримка при температурі 1023 К та послідує охолодження показали, що фазовими складовими є ферит, аустеніт, борид Fe_2B і бороцементит $Fe_3(CB)$.

Аналіз отриманих результатів дозволяє припустити, що при температурі 1023 К відбувається фазове перетворення $\alpha - Fe + Fe_3(CB) \rightarrow \gamma - Fe$.

Рентгеноструктурний аналіз зразків відпалених та охолоджених при температурі 1115 К виявив наявність фази кубічного борокарбїду $Fe_{23}(CB)_6$ (рис. 2, а). Таким чином, при температурі 1115 К відбувається фазове перетворення $\alpha - Fe + Fe_3(CB) \rightarrow Fe_{23}(CB)_6$, в результаті якого утворюються кубічний борокарбїд [6].

Нагрів до температури 1183 К, витримка та послідує охолодження у воді показало, що кубічний борокарбїд $Fe_{23}(CB)_6$ не є фазовою складовою сплавів. Зміну фазового складу при цій температурі можна пояснити розпадом кубічного борокарбїду $Fe_{23}(CB)_6 \rightarrow Fe_3(CB) + \gamma - Fe$, в результаті якого утворюються бороцементит та аустеніт (рис. 2, б). У сплавах з вмістом бору 0,004 % (мас.) та 0,35 % (мас.) карбону кубічний борокарбїду $Fe_{23}(CB)_6$ існує в інтервалі температур 1115-1183 К.

Ізотермічна витримка при температурі 1243 К приводить до збільшення об'ємної частки бориду Fe_2B і зменшення об'ємної частки бороцементиту $Fe_3(CB)$. Можна припустити, що фазове перетворення $Fe_3(CB) \rightarrow Fe_2B + \gamma - Fe$ відбувається в інтервалі температур 1183-1243 К.

Сплави з вмістом бору до 0,1 % (мас.) після виплавки та повільного охолодження мають структуру, яка складається з бористого перліту, по границям якого спостерігаються виділення фаз Fe_2B та $Fe_3(CB)$ у вигляді стрічкових виділень. Іноді присутні по границям зерен перліту трифазні включення, які містять фази Fe_2B , $Fe_3(CB)$ та $Fe_{23}(CB)_6$.

У сплавї з вмістом бору 0,1 % (мас.) при температурі 1083 К відбувається фазове перетворення $\alpha - Fe + Fe_3(CB) \rightarrow \gamma - Fe$. Якщо порівняти температуру утворення аустенїту сплавів з вмістом бору 0,004 % (мас.) та з вмістом 0,1 % (мас.) можна дійти висновку, що зі збільшення вмісту бору температура появи аустенїту збільшується (рис. 1, б).

Ізотермічна витримка при температурі 1194 К та послідує

охлаждения сплавів з вмістом бору понад 0,1 % (мас.) супроводжується збільшенням об'ємної частки бороцементиту внаслідок фазового перетворення $Fe_{23}(CB) \rightarrow Fe_3(CB) + \gamma - Fe$.

Послідуючий нагрів та витримка при температурі 1251 К приводить до збільшення об'ємної частки бориду бориду Fe_2B та зменшення об'ємної частки бороцементиту $Fe_3(CB)$. Це ймовірно, є наслідком розпаду бороцементиту з утворенням бориду Fe_2B та аустеніту: $Fe_3(CB) \rightarrow Fe_2B + \gamma - Fe$.

Таким чином, встановлено, що наявність бору в сплаві впливає на температуру аустенізації. Зі збільшенням вмісту бору температура утворення аустеніту зростає. При вмісті бору 0,004 % (мас.) в сплавах відбувається утворення кубічного борокарбіду, і він існує в інтервалі температур 1150 К-1183 К, а борид заліза Fe_2B в інтервалі температур 1023 К-1255 К.

Висновки

1. Визначено фазовий склад та фазові перетворення у сплавах системи Fe-B-C з малим вмістом бору.
2. Наявність бору в сплаві впливає на температуру утворення аустеніту. Зі збільшенням вмісту бору вона зростає. При вмісті бору 0,004 % (мас.) в сплавах відбувається утворення кубічного борокарбіду, який існує в інтервалі температур 1115 К-1183 К, а борид заліза Fe_2B в інтервалі температур 1023 К-1255 К.

Список использованных источников

1. Т. А. Дергач. ВАНТ. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение 88, 5, 80, (2005)..
2. Я.Е. Гольдштейн, В.Г. Мизин. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали, М.: Металлургия, (1986), 270 с.
3. В.В. Парусов, О.В. Парусов, А.Б. Сычков. Прокат из борсодержащих сталей для высокопрочных крепежных изделий. Монография. Днепропетровск. Арт-пресс. (2010), 157 с.
4. Бокштейн С. З. Диффузия и структура металов. М.: Металлургия, (1973), 205 с.
5. И. И. Франтов, С. А. Голованенко, А. В. Назаров, С.М. Хромов. Качественные стали и сплавы М.:Металургия. 3, 20, (1978).
6. V.Lucco Borlega, G. Pradelli. La metallurgia Itallana. 11, 907, (1967).