

Вплив попередньої пластичної деформації на дифузію бору та вуглецю в сплавах на основі заліза

Н. Ю. Філоненко, Л. І. Федоренкова*

Український державний Хіміко-технологічний університет, Дніпропетровськ
*Дніпропетровський національний університет, Дніпропетровськ

Досліджено вплив попередньої пластичної деформації на одночасну дифузію бору та вуглецю в низьковуглецевому сплаві та сплаві, що містить бор, при різних умовах насичення. Запропоновано спосіб бороцементзації, який полягає в оптимальному поєднанні попередньої пластичної деформації та складу насичуючої суміші, що дозволяє одержувати більш якісні і однорідні бороцементовані покриття більшої товщини.

Попередня деформаційна обробка металу впливає на параметри насичення, прискорюючи або сповільнюючи їх в залежності від умов деформаційного впливу, а також умов насичення [1 – 4].

У зв'язку з цим досліджено вплив попередньої пластичної деформації на одночасну дифузію бору і вуглецю в низьковуглецевому (0,25 % С) сплаві та сплаві (0,25 % С; 0,002 – 0,003 % В) на залізній основі за різних умов насичення. Сплави піддавали: відпалу при температурі 900 °С протягом 5 годин або деформації стиску при температурі 25 °С зі ступенем деформації $\epsilon = 20\%$. Після попередньої обробки зразки насичували одночасно бором та вуглецем протягом 4 годин при температурі 950 °С в твердому карбюризаторі з різним вмістом карбиду бору (2 – 20 %). Структуру та властивості поверхні оброблених зразків досліджували методом металографічного, пошарового спектрального [5], дюрOMETричного і рентгеноструктурного аналізів.

В сплаві з бором (рис. 1) вміст бору і вуглецю вищий, ніж в низьковуглецевому сплаві за тих же умов. Однак після попередньої пластичної деформації для низьковуглецевого сплаву глибина бороцементованого шару більша, ніж для сплаву з бором. Попередньо деформовані сплави, що містять бор, та низьковуглецеві сплави

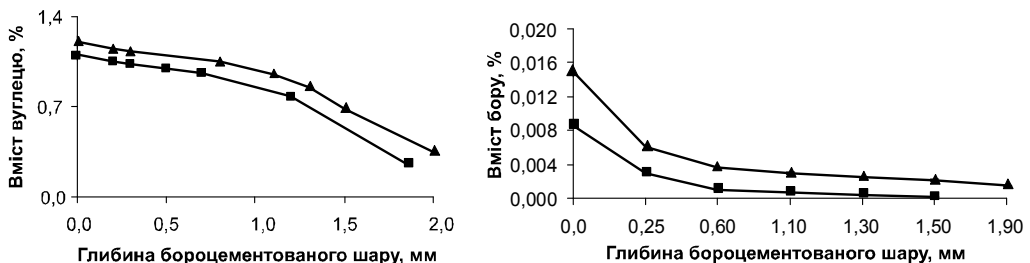


Рис. 1. Розподіл вуглецю (а) та бору (б) за глибиною бороцементованого шару. ■ – низьковуглецевий сплав, ▲ – сплав, що містить бор.

Термічна та хіміко-термічна обробка

мають більшу величину мікротвердості бороцементованого шару (рис. 2). Однак, мікротвердість попередньо деформованого сплаву з бором вища, ніж низьковуглецевого за тих же умов обробки.

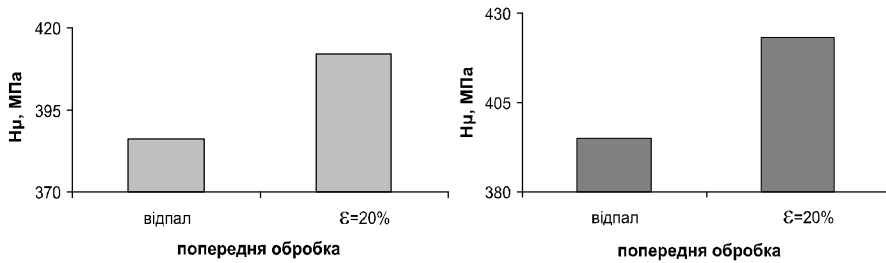
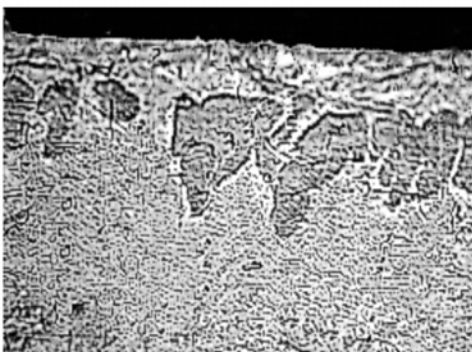
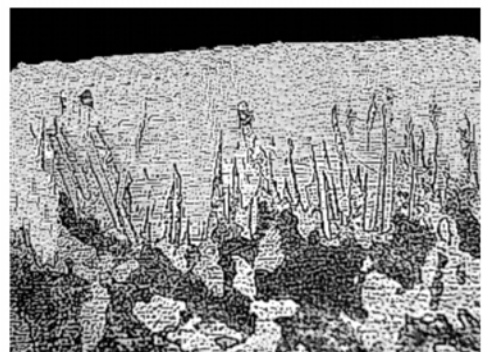


Рис. 2. Залежність мікротвердості від попередньої обробки. а – низьковуглецевий сплав, б – сплав, що містить бор.

При збільшенні вмісту карбіду бору в насичуючому середовищі до 10 % спостерігається утворення бориду Fe_2B як в низьковуглецевому, так і в сплаві з бором. При цьому морфологія та склад отриманого дифузійного шару сплавів відрізняються. Так, у відпаленому низьковуглецевому сплаві (рис. 3 а) мікроструктура шару представлена боридами та карбідами бору. Причому голки боридів формуються на деякій відстані від поверхні зразка, тобто за даних умов спостерігається нехарактерне зростання боридної фази. В сплаві з бором за тих же умов насичення мікроструктура дифузійної зони представлена суцільним шаром боридів з евтектоїдом (рис. 3 б). При збільшенні вмісту карбіду бору в насичуючому середовищі до 20 % на поверхні попередньо відпаленого низьковуглецевого сплаву утворюється дифузійний шар, що складається з α -твердого розчину глибиною до 50 мкм, по краю якого спостерігається виділення голок бориду Fe_2B (рис. 4 а). В прошарку спостерігається утворення евтектоїда. Попередня пластична деформація цього сплаву приводить до утворення боридного шару Fe_2B . При цьому в прошарку збільшується вміст евтектоїда (рис. 4 в). В попередньо відпаленому сплаві з бором за тих же умов насичення на поверхні утворюється боридний шар Fe_2B більшої товщини порівняно з низьковуглецевим сплавом (рис. 4 б). Попередня пластична деформація вихідного сплаву з бором сприяє зменшенню боридного шару та прошарку (рис. 4 г).



а



б

Рис. 3. Структура дифузійного шару сплавів після одночасного насичення бором та вуглецем. а – низьковуглецевий сплав, б – сплав, що містить бор. х 1000.

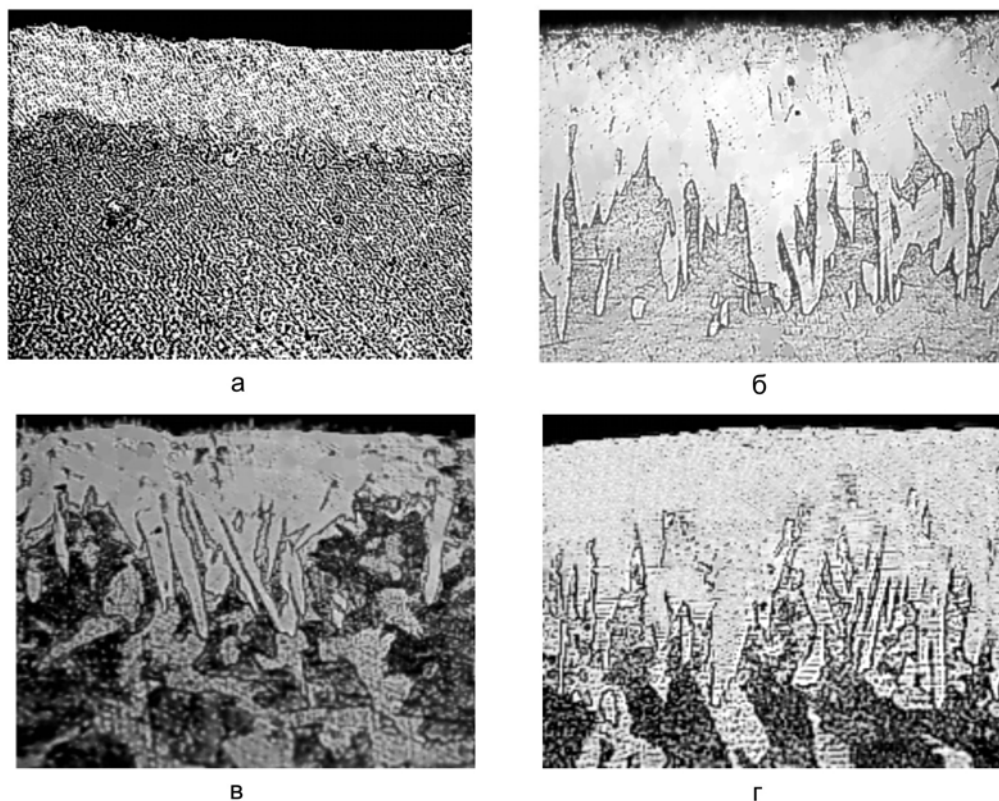


Рис. 4. Структура дифузійного шару сплавів після насичення в суміші з 20 % карбїду бору. а – низьковуглецевий відпалений сплав, б – відпалений сплав, що містить бор, в – низько вуглецевий сплав після попередньої деформації зі ступенем 20 %, г – сплав, що містить бор, після попередньої деформації зі ступенем 20 %. x 1000.

Як видно з таблиці, вміст карбїду бору в насичуючому середовищі та попередня обробка сплавів суттєво впливає на структуру та властивості дифузійного шару. При вмісті карбїду бору в насичуючій суміші від 2 до 4 % на поверхні низьковуглецевого та сплаву з бором утворюється бороцементований шар. Збільшення вмісту карбїду бору до 10 % сприяє утворенню боридного шару (рис. 3, 4). У в відпаленому сплаві з бором він має більшу глибину. Вплив попередньої деформації на глибину дифузійного шару неоднозначний. Попередня пластична деформація низьковуглецевих сплавів сприяє збільшенню товщини дифузійної зони бору та вуглецю. Це пов'язано зі зростанням дефектності структури поверхневого шару, що прискорює процес дифузії бору. Максимальна глибина дифузійної зони бору спостерігається у відпаленому сплаві з бором (таблиця). Це можна пояснити тим, що бор, зміщуючи точку евтектоїдного перетворення ліворуч, збільшує активність вуглецю [7, 8]. Зменшення величини дифузійної зони, що спостерігається після попередньої пластичної деформації у сплаві з бором (таблиця), зумовлено взаємодією атомів вуглецю з дефектами, успадкованими з вихідної деформованої структури. Оскільки бор більш інтенсивно взаємодіє з дефектами мікроструктури, насичує границі зерен та дислокації [9, 10], то втілення його в решітку γ -Fe спричиняє напруження і, таким чином, зменшує можливість втілення вуглецю, що і приводить до зменшення глибини дифузійної зони вуглецю.

Характеристики боридного шару

Склад сплаву, % (мас. частка)		Ступінь деформації, %	Вміст В ₄ С в насичуючому у середовищі,	Глибина боридного шару, мкм		Глибина дифузій- ної зони, мкм	Мікротвер- дість, МПа
С	В			Fe ₂ B	α -фаза		
0,25	-	0	2 – 4	-	-	1800	375
		20				1950	415
		0				2100	385
		20				1800	420
	0,003	0	4 – 10	20	-	800	1540
		20		40	-	900	1560
		0		50	-	1200	1560
		20		45	-	1000	1570
	-	0	10 – 20	-	45	850	900 – 950
		20		60	-	1000	1570
		0		80 – 90	-	950	1580
		20		70	-	850	1590

Таким чином, на мікроструктуру та величину дифузійної зони боридного шару впливає попередня обробка сплавів та склад насичуючого середовища. Оптимальне поєднання впливу вказаних факторів дозволяє отримувати на поверхні сталі зміцнений шар, що підвищує експлуатаційні властивості деталей.

Процеси одночасної дифузії бору та вуглецю в низьковуглецевому і вихідному сплаві з бором на залізній основі залежать від вмісту карбіду бору в насичуючому середовищі, а також від умов попередньої обробки. В низьковуглецевому сплаві процес насичення інтенсифікується попередньою холодною деформацією. У відпаленому вихідному сплаві з бором насичення поверхні бором та вуглецем відбувається більш інтенсивно, ніж в низьковуглецевому.

Література

1. Матосян М.А., Борисов В.Т., Голиков В.М. // ФММ. – 1970. – № 29. – С. 824 – 828.
2. Кидин И.Н., Щербединский Г.В., Андрушечкин В.И. // МиТОМ. – 1981. – № 12. – С. 26 – 29.
3. Грузин П.Л., Дорощев Ю.Г., Мураль В.В. // ФММ. – 1971. – № 29. – С. 668 – 672.
4. Лахтин Ю.М., Кальнер В.Д., Седуков В.К. // МиТОМ. – 1971. – № 12. – С. 22 – 25.
5. Твердохлебова С.В., Спірідінова І.М., Бондаренко А.М. // Завод. лаб. – 1990. – № 11. – С. 46 – 48.
6. Ворошин Л.Г., Ляхович Л.С. Борирование стали. – М.: Металлургия, 1978. – 238 с.
7. Криштал М.А. Механизм диффузии в железных сплавах. – М.: Металлургия, 1972. – 399 с.
8. Гудермон Э. Специальные стали. – М.: Металлургиздат, 1959. – 1638 с.
9. Ткаченко И.Ф., Ткаченко Ф.К. // Изв. вузов. Черн. металлургия. – 1998. – № 2. – С. 32 – 35.
10. Гаврилова В.Г., Ткаченко И.Ф., Белосточный А.В. // МиТОМ. – 1999. – № 4. – С. 32 – 37.

Одержано 25.12.09

Н. Ю. Филоненко, Л. И. Федоренкова

Влияние предварительной пластической деформации на диффузию бора и углерода в сплавах на основе железа

Резюме

Изучено влияние предварительной пластической деформации на одновременную диффузию бора и углерода в низкоуглеродистом и борсодержащем сплавах на железной основе при различных условиях насыщения. Предложен способ бороцементации, состоящий в оптимальном сочетании предварительной пластической деформации и состава насыщающей среды, который позволяет получать более качественные, однородные бороцементированные слои большей толщины.

N. Yu. Filonenko, L. I. Fedorenkova

Influence of plastic prestrain on boron and carbon diffusion in iron based alloys

Summary

Influence of plastic prestrain on boron and carbon simultaneous diffusion in low-carbon and boron steels under different saturation conditions was investigated. Boron cementation method allowed receiving a more qualitative homogenous boron cementation coating with greater thickness were developed.

Шановні колеги!

Триває передплата на науково-технічний журнал «Металознавство та обробка металів» на 2010 р.
Для регулярного одержання журналу потрібно перерахувати вартість заказаних номерів на розрахунковий рахунок Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України.
Вартість одного номера журналу – 20 грн., передплата на рік – 80 грн. з урахуванням ПДВ.

Розрахунковий рахунок для передплатників, спонсорів і рекламодавців:

банк УДК в м. Києві, р/р 31252272210215, МФО 820019.

Отримувач – ФТІМС НАН України, ЗКПО 05417153,

з посиланням на журнал "МОМ".

Копію документа передплати та відомості про передплатника **просимо надсилати до редакції**, вказавши номер і дату платіжного документа.