

ЗМОЧУВАННЯ ТА ВЗАЄМОДІЯ РОЗПЛАВІВ САМОФЛЮСІВНИХ СПЛАВІВ ЗАЛІЗА ТА ЙОГО СПЛАВІВ

проф. А.М. Степанчук, аспірант О.А. Демиденко, учениця (МАН) Л. М. Лопушанська

Національний технічний університет України, "КПІ"

030056, Київ-56, пр-кт Перемоги, 39; Тел.(044)454-91-54; E-mail: astepanchuk@iff.kpi.ua

Досліджені процеси змочування розплавами самофлюсівних сплавів на основі заліза сталей Ст08, Ст3, Ст45,ХВГ та чавунів СЧ 15-32, ЧХ-16, БЧ22, а також взаємодія між ними за температур 1100–1200°С. Показано, що самофлюсівні сплави добре змочують досліджені сталі та чавуни. Змочування покращується зі збільшенням температури і часу змочування та зменшенні в сталях та чавунах легувальних елементів, особливо карбідоутворюючих.

Вступ. Тепер досить широке застосування знаходять порошкові композиційні матеріали багатофункціонального призначення на основі заліза та його сплавів [1]. Одним з перспективних матеріалів у цьому відношенні можуть бути композиційні матеріали на основі заліза та самофлюсівних сплавів (СФЗ) [2]. Отримання виробів з таких матеріалів можливе з використанням методу порошкової металургії, який передбачає використання вихідних компонентів у вигляді порошків, їх пресування і наступне спікання [3]. При цьому, при необхідності отримання максимальної щільності виробів, спікання необхідно проводити у присутності рідкої фази, яку утворює легкоплавкий компонент сплаву. У матеріалах на основі композицій залізо–СФЗ рідку фазу утворює самофлюсівний сплав. Однією з вимог ефективного спікання у присутності рідкої фази є наявність змочування рідкою фазою поверхні твердої.

Важливе значення на формування кінцевої структури матеріалів і, як наслідок, їх властивостей також мають процеси взаємодії між компонентами композицій. Тому вивчення процесів змочування та взаємодії між компонентами композицій, які використовуються для створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями, є досить актуальним як з теоретичної, так і практичної точки зору.

Постановка задачі дослідження. Задачею (метою) роботи було дослідження процесів змочування розплавами самофлюсівного сплаву на основі заліза твердих поверхонь заліза та сталей і чавунів залежно від температурних та кінетичних параметрів, вивчення процесів взаємодії між цими компонентами.

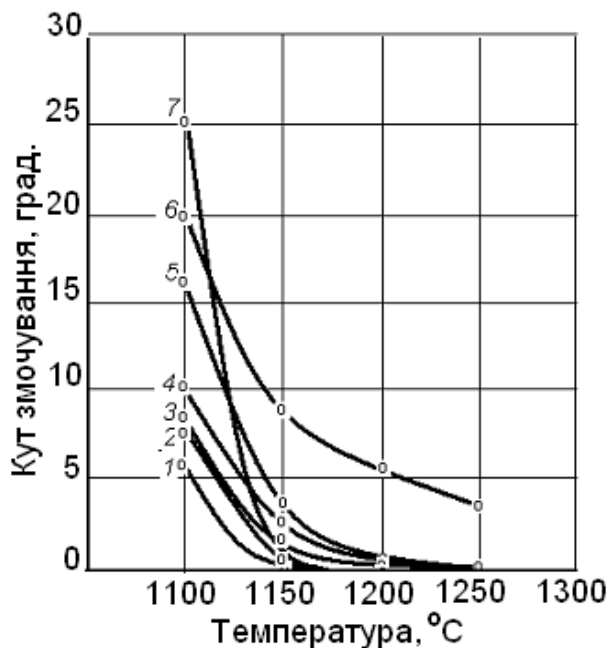
Результати експерименту та їх обговорення. Як вихідні матеріали використовували компактні зразки самофлюсівних сплавів на основі заліза та сталі і чавунів, склад яких наведений в таблиці 1. Вибір матеріалів обґрунтовувався необхідністю встановлення впливу вмісту вуглецю в них та ступеня легування на змочуваність їх СФЗ.

Таблиця 1

Хімічний склад вихідних матеріалів

Матеріал	Вміст елементів, %									
	Fe	Ni	Cr	Cu	Si	B	C	P	S	Mn
СФЗ	Осн.	25	8,30	4,40	1,6	3,2	0,6	0,42	–	–
Ст3	Осн.	–	–	–	0,21	–	0,14	–	–	0,52
Ст08	Осн.	–	0,10	–	0,23	–	0,08	–	–	0,48
Ст45	Осн.	–	0,25	–	0,18	–	0,48	–	–	0,64
30ХВГ	Осн.	–	1,2	–	0,2	–	0,98	–	–	1,1
СЧ 12-28	Осн.	–	0,15	–	2,5	–	3,50	0,4	0,12	0,92
БЧ 22	Осн.	–	0,17	–	2,2	–	2,90	0,40	0,14	1,10
ЧХ 16	Осн.	–	18,1	–	2,10	–	2,30	0,1	0,05	1,0

Для визначення кутів змочування використовували метод лежачої краплі. Досліджувався вплив на крайовий кут змочування температури та часу ізотермічної витримки. Результати досліджень наведені на рисунку 1.



1 – Ст08; 2 – Ст3; 3 – Ст45; 4 – ХВГ;
5 – СЧ 15-32; 6 – ЧХ-16; 7 – БЧ22

Рис. 1. Залежність кута змочування розплавом СФЗ сталей та чавунів від температури

Як видно з вище наведених рисунків для усіх досліджених умов має місце змочуваність розплавами СФЗ сплавів на основі заліза (сталей та чавунів) – кут змочування менший за 90° уже за температури 1100°C . При цьому ступінь змочування залежить від температури і часу і зменшується зі збільшенням температури та часу ізотермічної витримки. Зі збільшенням температури кут змочування зменшується і за температур $1200 - 1250^\circ\text{C}$ спостерігається практично повне змочування розплавом СФЗ всіх досліджених сталей і чавунів.

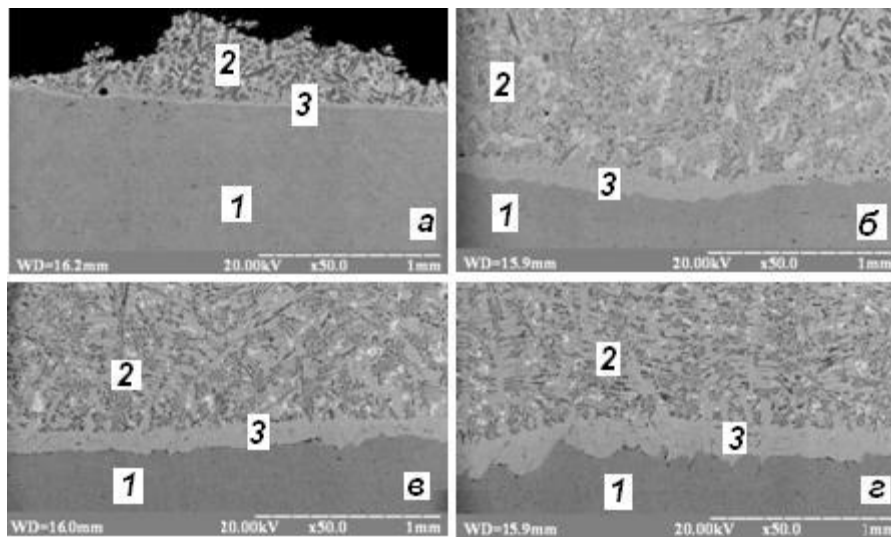
З риунку 1 також видно, що на кут змочування впливає вміст вуглецю та ступінь легування сталей. Кут змочування збільшується зі збільшенням вмісту вуглецю та ступеня легування, особливо карбідоутворюючими елементами. Звідси можна зробити висновок, що наявність в сталях як структурної складової карбідів дещо погіршує їх змочуваність розплавами самофлюсівного сплаву на основі заліза, що узгоджується з результатами дослідження змочуваності розплавами металів та сплавів твердих тугоплавких сполук [4].

Як зазначалось вище, важлив при створенні порошкових композиційних матеріалів важливе значення поряд зі змочуванням розплавами СФЗ сталей та чавунів має їх взаємодія. В роботі для вивчення процесу взаємодії використовували зразки залізовуглецевих сплавів, а саме сталей і чавунів та самофлюсівний сплав на основі заліза.

Процес взаємодії сталей та чавунів з розплавами самофлюсівних сплавами вивчали за температури $1100-1200^\circ\text{C}$ у захисному середовищі аргону. З отриманих зразків виготовляли шліфи та вивчалась структура контактної зони на межі сталі та закристилізованого розплаву.

Дослідження структури матеріалів проводили на оптичному мікроскопі «NEOPHOT» та на растровому електронному мікроскопі РЕМ-106.

Результати дослідження структури та розподіл елементів в зоні взаємодії приведені на рисунках 2–5.



*а – 0; б – 10; в – 20; г – 30
1 – сталь; 2 – СФЗ; 3 – перехідна зона*

Рис. 2. Структура зони взаємодії СФЗ з Ст08 за температури 1100 °С за різного часу ізотермічної витримки (хв.)

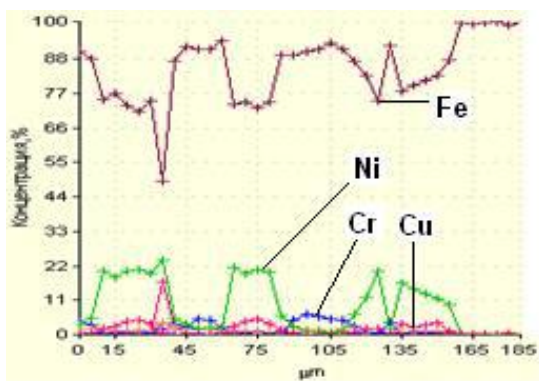


Рис. 3. Розподіл елементів на межі Ст08–СФЗ після їх взаємодії за температури 1100 °С і часі ізотермічної витримки 0 хв.

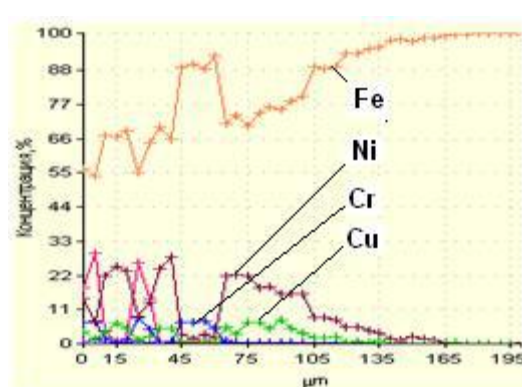


Рис. 4. Розподіл елементів на межі Ст08–СФЗ після їх взаємодії за температури 1100 °С і часі ізотермічної витримки 20 хв.

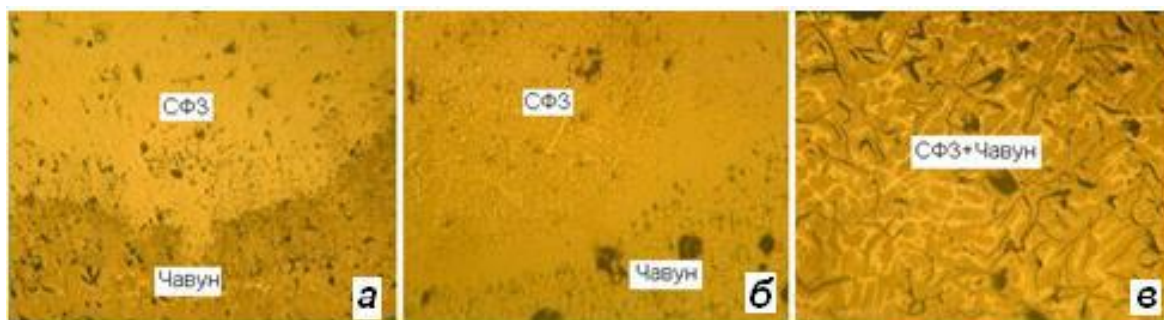
Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що між розплавом СФЗ та залізом і його сплавами має місце взаємодія. При цьому у межах контакту утворюються нові фазові

складові у вигляді прошарків ширина яких змінюється у залежності від температури та часу ізотермічної витримки. У межах перехідної зони відбувається зміна вмісту елементів. Поблизу перехідних зон у СФЗ відбувається зміна вмісту хрому та нікелю. В той же час в залізі та їх сплавах вміст цих елементів збільшується. Останнє свідчить про те, що нікель та хром, які входять до складу самофлюсивного сплаву (табл. 1) дифундують у залізо. Збільшення часу та температури взаємодії сприяє утворенню більш широких проміжних прошарків на межі залізо (його сплави) – СФЗ.

На ширину проміжних зон, які утворюються під час взаємодії також впливає ступінь легованості заліза та вміст у ньому вуглецю.

Розчинність СФЗ, який є високолегованим сплавом [5,6], в сталях вища ніж сталей в СФЗ. Такі результати узгоджуються з сучасними уявленнями про те, що розчинність металів та сплавів в інших сплавах зменшується зі збільшенням ступеня легованості останніх.

Взаємодія СФЗ з чавунами відбувається більш інтенсивно і за температур 1200°C відбувається їх повне сплавлення (рис. 5).



а – 1100; б – 1150; в – 1200

Рис. 5. Структура зони взаємодії розплаву СФЗ з БЧ при ізотермічній витримці 5 хвилин за різних температур (°C) (x50)

ВИСНОВКИ

Встановлено, що самофлюсивні сплави досконало змочують досліджені сталі та чавуни. Змочування покращується зі збільшенням температури та часу та зменшенні в сталях та чавунах легувальних елементів, особливо карбідоутворюючих.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анцыферов В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. / В.Н.Анциферов, Г.В.Бобров, П.К.Дружинин и др. – М.: Металлургия, 1987. – 790 с.
2. Степанчук А.М. Конструкційні порошкові матеріали на основі заліза за участю самофлюсивних сплавів / А.М.Степанчук., О.А.Демиденко, А.В.Демиденко, К.В. Шаповал // Наукові вісті НТУУ"КПІ". – 2012. – №1. – С. 51–60.
3. Степанчук А.Н. Технология порошковой металлургии. / А.Н. Степанчук, И.И. Билык, П.А. Бойко. – К.: Вища школа, 1989. – 415 с.
4. Ramqvist L. Wetting of Metallic Carbides by liquid Copper, Nickel, Cobalt and Iron / L. Ramqvist // International Journal of Powder Metallurgy. – 1965. – 1. №4. – P. 2–21.
5. Степанчук А.М. Матеріали для напылювання покриттів / А.М. Степанчук, І.І. Білик. – К.: Центр учбової літератури, 2016. – 236 с.
6. Otsubo F. Structure and phases innickel-base self-fluxing alloy coating containing high chromium and boron / F. Otsubo, H. Era. K. Kishitake // SprayTechnol., 2000. – №9. – С. 107–113.