

Используя формулу (3), построили номограмму для определения величины минимально допустимой прочности клеевого соединения при растяжении бесстержневых форм, представленную на рис. 3.

Используя формулу (3) или номограмму на рис. 3, можно в первом приближении определить величину минимально допустимого предела прочности при растяжении клеевого соединения, которая позволит обеспечить целостность залитой расплавом формы.

Степанчук А.М., Демиденко О.А.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ПРО ПРИРОДУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ ЗАЛІЗО – САМОФЛЮСІВНИЙ СПЛАВ

E-mail: astepanchuk@iff-kpi.kiev.ua

Тепер у світі знаходять широке застосування порошкові матеріали конструкційного призначення на основі високолегованих сплавів на основі заліза [1-3], які можуть працювати в екстремальних умовах дії абразивів, лугів і кислот і високих навантажень. До таких матеріалів також можна віднести композиційні матеріали на основі заліза, легованого самофлюсівними сплавами (СФС) [4], які у свою чергу є складнолегованими сплавами і вміщують Ni, Fe, Cr, C, B, Si, Mo. Виготовлення виробів з таких матеріалів проводять шляхом пресування з наступним спіканням отриманих заготовок в різних середовищах, пресуванням пористих заготовок з наступним їх просоченням та гарячим штампуванням [5], [6]. При цьому властивості отриманих матеріалів в основному залежать від їх складу та структури [6]. Звичайно отримані за оптимальних умов матеріали мають пористість, яка не перевищує 2%. Структура матеріалу складається з двох фаз (рис. 1) – зерен заліза (світла фаза) та фази самофлюсівного сплаву (темна фаза), яка може утворювати суцільне мереживо навколо зерен заліза. Структура змінюється залежно від вмісту самофлюсівного сплаву та методу отримання матеріалу [6].

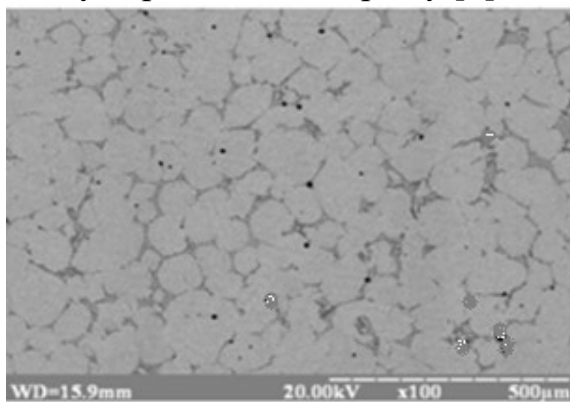


Рис. 1. Структура порошкового композиційного матеріалу з композицій залізо – самофлюсівний сплав на основі заліза

В наших роботах показано, що механічні властивості матеріалів (твердість (HRC), міцність на згин ($\sigma_{зг}$), міцність на розтягування ($\sigma_{в}$) залежать від пористості матеріалу та вмісту самофлюсівного сплаву. Твердість змінюється в межах від 20...22 до 46...52 HRC. При цьому вона збільшується зі збільшенням вмісту в матеріалі самофлюсівного сплаву від 10% до 50%. Основ-

ною причиною збільшення твердості зі збільшенням вмісту СФС є збільшення вмісту структурної складової з більш високою твердістю, яка може складати залежно від складу СФС 48...62 HRC. Причиною збільшення твердості композиційних матеріалів на основі заліза легованого СФС може бути також взаємодія останнього з залізом. Елементи, що входять до його складу, дифундують в залізо з утворенням в ньому твердих розчинів та складних карбоборидів заліза, які мають більшу твердість, ніж чисте залізо.

Причиною малої твердості матеріалу при малому вмісті в ньому СФС може бути наявність в них пористості у випадку отримання їх пресуванням вихідної суміші порошків заліза і СФС з наступним спіканням у середовищі водню (рис. 2) [6]. Останнє узгоджується з сучасними уявленнями про вплив пористості на властивості порошкових виробів [1], згідно з якими твердість зменшується з її збільшенням.

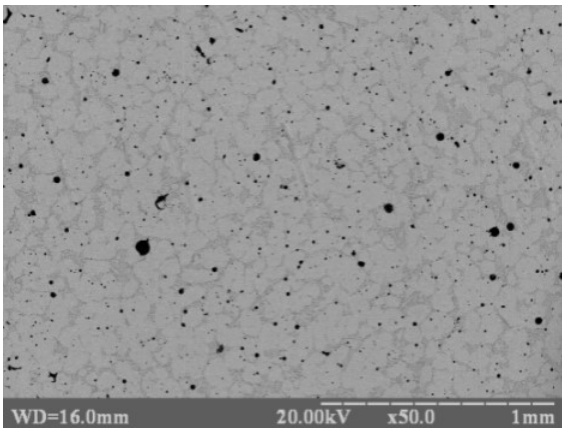


Рис. 2. Структура порошкового композиційного матеріалу з композицій залізо – самофлюсівний сплав на основі заліза, отриманого пресуванням вихідної суміші порошків заліза і СФС з наступним спіканням у водні

нити виходячи з наступних міркувань. Як відомо [7], [8], характеристики міцності матеріалів багато у чому залежать від якості контактної поверхні між зернами в структурі матеріалів. Наявність СФС в сплаві значно покращує (змінює міцність між частинками заліза) її. Останнє зумовлено тим, що СФС, як і інші самофлюсівні сплави, в розплавленому стані розчиняють домішки, наприклад оксидів заліза. Окрім того, на межі поділу Fe – СФС відбувається взаємодія між складовими з утворенням проміжних структур і, як наслідок, зменшення градієнту властивостей, що призводить до покращення зчеплення між зернами заліза. Останнє зумовлює підвищення механічних характеристик. В той же час збільшення в матеріалі твердості (тим самим більш крихкої) складової СФС сприяє зменшенню міцності на згин для матеріалів з вмістом СФС 30 і більше відсотків.

Міцність на розрив композиційних матеріалів Fe – СФС слабо залежить від вмісту СФС. Вона змінюється для сплавів зі стовідсотковою щіль-

Як зазначалось вище, міцність на згин $\sigma_{зг}$ та на розтягування $\sigma_{в}$ досліджуваних матеріалів також залежить від їх пористості та вмісту СФС. При цьому значення міцності на згин не має монотонної залежності від вмісту СФС. Вона для матеріалів, отриманих різними методами, найменша при вмісті СФС 10% (1000...1200 МПа). Збільшується при збільшенні вмісту СФС до 15...20% до значень 1300...1350 МПа і при вмісті СФС 30% зменшується до 970...1270 МПа. Такий характер зміни міцності на згин можна пояс-

ністю і вмістом СФС 10...30% у межах 600...640 МПа. При наявності пористості, як це має місце при отриманні матеріалів спіканням у середовищі водню [6], міцність на розрив, при інших рівних умовах, дещо менша і складає 550...560 МПа. Слабка залежність міцності на розрив від вмісту в композиції СФС може свідчити, що переважний вплив на руйнування сплавів Fe – СФС має міцність на межі поділу фаз, площа якої у нашому випадку суттєво не залежить від вмісту СФС і може бути оцінена питомою поверхнею вихідного порошку заліза.

Як зазначалось вище, композиційні матеріали з композицій Fe – СФС можуть бути використані для роботи в умовах дії розчинів кислот та лугів. В наших роботах показано, що їх корозійна стійкість також залежить від їх складу та структури (табл. 1) [9].

Таблиця 1. Залежність глибинного показника корозії від вмісту СФС в різних розчинах сірчаної кислоти

Вміст СФС, %	Показник корозії П, мм/рік	
	2,5% H ₂ SO ₄	30% H ₂ SO ₄
0	0,180	0,898
15	0,1330	0,665
30	0,0270	0,194
40	0,0140	0,085
50	0,0073	0,044
100	0,0015	0,009

Встановлено, що композиції з вмістом самофлюсівного сплаву 15 і 30% і часі корозії у межах до 200 годин за 10-бальної шкали оцінювання загальної корозійної стійкості матеріалів відносяться до стійких, а з вмістом СФС більшим за 30% – до стійких і дуже стійких у 2,5 та 30% розчинах сірчаної кислоти. Такий характер корозійної стійкості композиційних матеріалів Fe – СФС, на нашу думку, зумовлений тим, що низька корозійна стійкість композицій з вмістом СФС 15 та 30% зумовлена утворенням гальванічних пар на межі фази заліза та СФС, що прискорює процеси корозії. Збільшення вмісту СФС понад 30% призводить до утворення у матеріалі суцільного каркасу з СФС, який є дуже стійким у розчинах кислот. Останній ізолює фазу заліза від контакту з розчином кислоти і, тим самим, визначає швидкість корозії матеріалу у цілому (рис. 3).

Таким чином можна зробити висновок, що композиційні матеріали з композицій Fe – СФС мають високі характеристики механічних властивостей і корозійної стійкості. Регулюючи склад та структуру, їх можна отримувати з наперед заданими властивостями залежно від умов експлуатації. Задану структуру та властивості матеріалів, враховуючи їх природу, можна створювати, змінюючи умови їх отримання. Найбільш високі механічні характеристики і показники корозійної стійкості мають матеріали з максимальною щільністю та каркасною структурою.

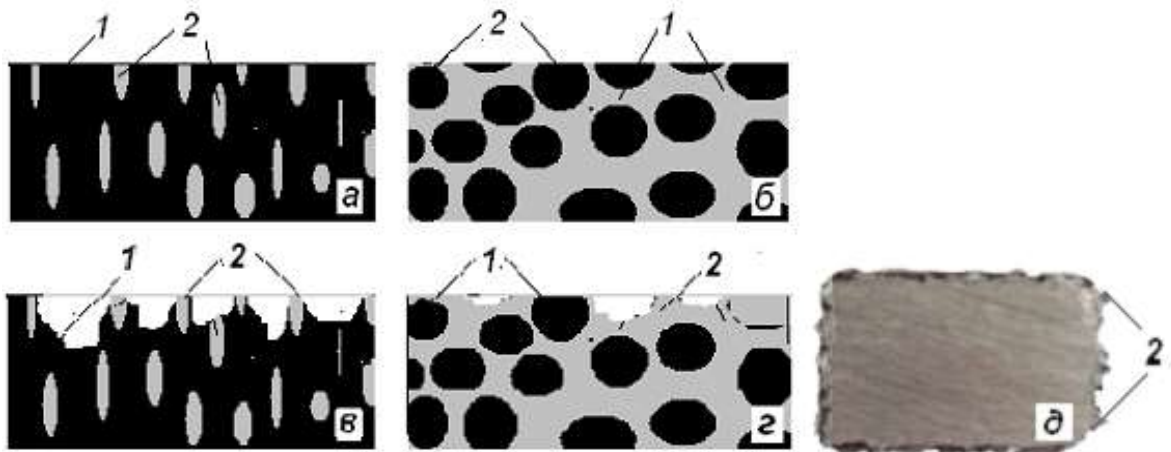


Рис. 3. Схема корозії сплавів з вмістом СФС до (а, в) і більше (б, з) 30%; а, б – до корозій; в, з – після корозії; д – зразок в перерізі зі слідами корозії на поверхні; 1 – залізо; 2 – самофлюсівний сплав

Література:

1. Степанчук А.Н. Технология порошковой металлургии / А.Н. Степанчук, И.И. Билык, П.А. Бойко // К.: Вища школа, 1989. – 415 с.
2. Радомысельский И.Д. Конструкционные порошковые материалы / И.Д. Радомысельский, Г.Г. Сердюк, И.И. Щербань.– К.: Техника, 1985.–152 с.
3. Баглюк Г.А. Порошковые износостойкие материалы на основе железа. – I. Материалы, полученные спеканием и пропиткой / Г.А. Баглюк, Л.А. Поздняк // Порошковая металлургия. – 2002, №9/10, – С. 30 – 38.
4. Степанчук А.М. Використання самофлюсівних сплавів при створенні композиційних матеріалів та покриттів [Електр. ресурс] / А.Н. Степанчук, О.А. Демиденко, Л.О. Бірюкович, М.Б. Шевчук // Матеріали міжнародної конференції “Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра”, – К.: НТУУ ”КПІ”, 2013. – С. 454 – 465.
5. Степанчук А.М. Отримання зносостійких композиційних матеріалів за участю самофлюсівних сплавів просочуванням / А.Н. Степанчук, М.Б. Шевчук // Наукові вісті НТУУ ”КПІ”. – 2013. – №5. – С 87 – 92.
6. Конструкційні порошкові матеріали на основі заліза за участю самофлюсівних сплавів / А.М. Степанчук, О.А. Демиденко, А.В. Демиденко, К.В. Шаповал // Наукові вісті НТУУ ”КПІ”. – 2012. – №1. – С 51 – 60.
7. Майборода В.С. Основи механіки руйнування / В.С. Майборода, М.М. Бобіна, Т.В. Лоскутова, Н.В. Мініцька. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 124 с.
8. Трефилов В.И. Физические основы прочности и пластичности тугоплавких металлов / В.И. Трефилов, Ю.В. Мильман, С.А. Фирстов. – К.: Наукова думка, 1975. – 315 с.
9. Степанчук А.М. Вплив складу та структури сплавів залізо – самофлюсівний сплав на їх корозійну стійкість у розчинах сірчаної кислоти / А.М. Степанчук, Ю.Ю. Румянцева, О.А. Демиденко // Луцьк: Наукові нотатки, ЛДУ, 2016. – №56. – С.154 – 161.