

УДК 621.02

В.Д. Рудь, Л.М.Самчук

Луцький національний технічний університет

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянуто механізми спікання порошків системи (Al-C-ШХ15), та системи (Ti-C-ШХ15) для отримання матеріалу конструкційного призначення. Ключові слова: спікання, пористість, СВС, структура.

Постановка проблеми. Сучасний стан швейної промисловості характеризується широким впровадженням високопродуктивного обладнання, ліцензійних технологій, мікропроцесорної та комп'ютерної техніки, системами автоматизації проектування. У зв'язку з цим перед підприємством виникає завдання розробки ефективного технологічного процесу та забезпечення оптимального варіанту його функціонування.

Технологічний процес виготовлення швейних виробів передбачає виготовлення якісних виробів, які здатні конкурувати при ринкових відносинах. Для швейних машин (наприклад гудзикових) за рахунок кулачків передається команда за допомогою ексцентричного механізму. Даний механізм застосовується для здійснення обертального руху в зворотно-поступальний або коливальний різних виконуючих механізмів. Однією з вразливих деталей ексцентричного механізму є втулка, яка протягом тривалого виробничого циклу пошкоджується або руйнується. В даній роботі запропонований новий технологічний процес отримання матеріалів з використанням порошків титану, алюмінію, вуглецю та порошків сталі ШХ15. Дані матеріали передбачається використовувати для виготовлення зносостійких деталей для обладнання легкої промисловості. Метод пічного синтезу металопоподібних сполук в наш час не задовольняє вимоги прикладного матеріалознавства. Одним з найбільш прогресивних методів для синтезу інтерметалідів та алюмінідів, на даний момент, є самопоширюваний високотемпературний синтез (СВС). Процес обумовлений простотою технологічного обладнання, економічністю процесу.

Огляд публікацій. Як відомо[1], синтез матеріалів СВС-методом відноситься до процесів твердо фазового горіння, яке можна проводити в двох різних один від одного технологічних режимах: в режимі пошарового горіння екзотермічної суміші та в режимі теплового само загоряння. Кожен з методів має ряд своїх переваг. Однак необхідність правильного підбору оптимальної екзотермічної суміші вихідних реагентів – актуальна задача для обох методів. Одним з ефективних шляхів зниження собівартості відновлення і зміцнення деталей в якості матеріалу використовують відходи підшипникового виробництва. Особливу цікавість представляють відходи, що утворилися в процесі шліфування кілець підшипників, виготовлених із сталі ШХ15.

Основна частина. Для приготування суміші у якості вихідних компонентів використовувався порошок алюмінію марки ПА-4 (ГОСТ6058-73), порошок титану марки ПТС-1, сажа (С) та порошок сталі ШХ15 після додаткової обробки. Розрахунок компонентів вихідної суміші (шихти) для синтезу систем (Al-C-ШХ15) та (Ti-C-ШХ15) проводився із врахуванням кількості і стехіометричних коефіцієнтів вихідних компонентів, чистоти і насипної густини вихідної шихти. Дані, необхідні для розрахунку шихти системи (Al-C-ШХ15), наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Компоненти вихідної суміші і їх властивості

Компонент	Кількість компонентів, моль, z_1	Атомна (молекулярна) маса, M_1	Густина речовини, ρ , $\text{кг/м}^3(\text{г/см}^3)$	Чистота реактиву, мас. %
Al	4	26.98 а. о. м. (г/моль)	2.699 г/см^3	99, 50
C	3	12.011 а. о. м. (г/моль)	2.36 (г/см^3)	98, 70
ШХ15	1	55, 847 а. о. м.	7,64-7,81 г/см^3	99,50

Сумарна маса вихідних компонентів обчислюється за формулою:

$$M_{\text{комп}} = 4 \cdot 26.98 + 3 \cdot 12.011 + 1 \cdot 55, 847 = 199,8 (\text{г}). \quad (1)$$

Об'єм, що містить компоненти у відповідності з їх теоретичною (монокристалічною) густиною складає:

$$V_{\text{комп}} = \frac{4 \cdot 26,98}{2,699} + \frac{3 \cdot 12,01}{2,36} + \frac{55,84}{7,84} = 39,99 + 15,27 + 7,12 = 62,38 (\text{см}^3) \quad (2)$$

Теоретична і монокристалічна густина вихідної суміші складає $G_{\text{теор}}$:

$$G_{\text{теор}} = \frac{M_{\text{комп}}}{V_{\text{комп}}} = \frac{199,8}{62,38} = 3,2 (\text{г/см}^3) \quad (3)$$

Насипна густина вихідної суміші $G_{\text{насип}}$ при значеннях густини $b=0,4$, знаходиться із виразу:

$$G_{\text{насип}} = bG_{\text{теор}} = 0,4 \cdot 3,2 = 1,28 (\text{г/см}^3) \quad (4)$$

Для циліндричного зразка $\varnothing 3$ см, $h=6$ см об'єм знаходимо:

$$V_{\text{см}} = 3,14 \times 1,5 \times 1,5 \times 6 = 42,39 (\text{см}^3),$$

$$M_{\text{см}} = 42,39 \times 1,28 = 85,20 (\text{гг}) \quad (5)$$

Розрахунок компонентів вихідної суміші (шихти) для синтезу системи титан-вуглець-ШХ15, проводився із врахуванням кількості і стехіометричних коефіцієнтів вихідних компонентів, чистоти і насипної густини вихідної шихти. Дані, необхідні для розрахунку шихти системи (Ті-С-ШХ15), наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Компоненти вихідної суміші і їх властивості

Компонент	Кількість компонентів, моль, Z_1	Атомна чи молекулярна маса, M_1	Густина речовини, ρ , кг/м^3 (г/см^3)	Чистота реактиву, мас. %
Ті	1	47.88 а. о. м. (г/моль)	4.54 г/см^3	99, 50
С	1	12.011 а.о.м. (г/моль)	2.25 (графіт) г/см^3	98, 70
ШХ15	1	55, 847 а.о.м.	7,64-7,81 г/см^3	99,50

$$M_{\text{комп}} = 1 \cdot 47,88 + 1 \cdot 12,011 + 1 \cdot 55,847 = 115,65 (\text{г}). \quad (6)$$

Об'єм, що містить компоненти у відповідності з їх теоретичною (монокристалічною) густиною складає:

$$V_{\text{комп}} = \frac{47,8}{4,54} + \frac{12,01}{2,25} + \frac{55,84}{7,81} = 10,47 + 5,33 + 7,14 = 22,94 (\text{см}^3) \quad (7)$$

Теоретична і монокристалічна густина вихідної суміші складає $G_{\text{теор}}$:

$$G_{\text{теор}} = \frac{M_{\text{комп}}}{V_{\text{комп}}} = \frac{115,65}{22,94} = 5,04 (\text{г/см}^3) \quad (8)$$

Насипна густина вихідної суміші $G_{\text{насип}}$ при значеннях густини $b=0,4$, знаходиться із виразу:

$$G_{\text{насип}} = bG_{\text{теор}} = 0,4 \cdot 5,04 = 2,01 (\text{г/см}^3) \quad (9)$$

Для циліндричного зразка $\varnothing 3$ см, $h=6$ см об'єм знаходимо:

$$V_{\text{см}} = \pi \cdot 5^2 \cdot 15 = 1177,5 (\text{см}^3),$$

$$M_{\text{см}} = 1,284 \cdot 1177,5 = 1511,91 (\text{г}) \quad (10)$$

Змішування порошків вихідних реагентів проводиться в кульовому млині, який представляє собою горизонтально розміщений обертаючий циліндр з набором сталених кульок діаметром 20 мм в середині. Змішування триває протягом восьми годин до утворення однорідної маси. Пресування вихідної шихти відбувається за допомогою гідравлічного преса моделі ПСУ 500 (максимальний тиск 500 МПа). Прес-форми виготовлені із сталі 20ХН9Т. Синтез здійснювався в лабораторному реакторі, який був виготовлений в Луцькому національному технічному університеті.

Металографічні дослідження проводились на мікроскопі ММР-4. Зразки для металографічних досліджень готувалися за стандартною методикою [2] з метою отримання

чіткого зображення границь зерен протравлювали 4% сірчаною кислотою. За допомогою програми РНОТОМ визначена площинна пористість зразка, для системи (Al-C-ШХ15) рівна 32% та для системи (Ti-C-ШХ15) рівна 30%. На рис.3. наведена структура зразків системи (Al-C-ШХ15), а на рис.4. структура зразків системи (Ti-C-ШХ15) спечених методом СВС.

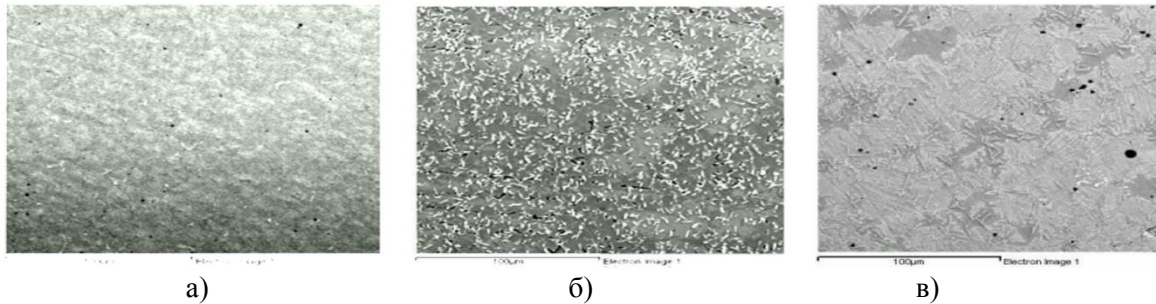


Рис.3. Мікроструктури алюмінідів заліза: а) - Fe_3Al , б) - $FeAl_3$, в) - $FeAl$.

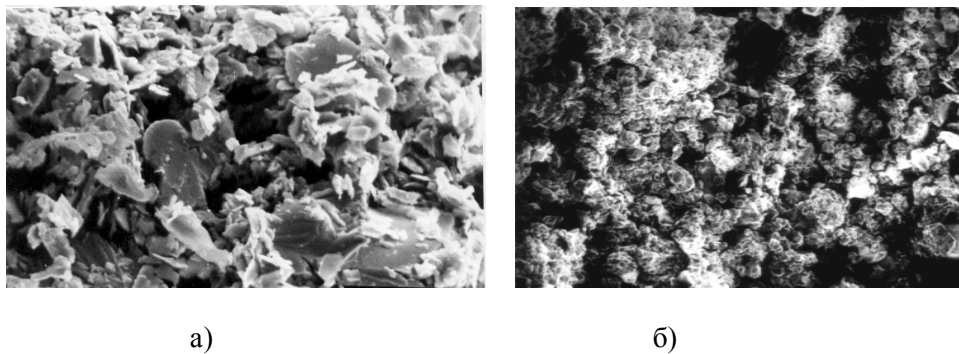


Рис.4. Структура при збільшенні $\times 600$ (а– до і б– після травлення): темні області - мартенсит, світлі області - інтерметаліди заліза: $TiFe$, Ti_2Fe .

Рентгеноструктурний аналіз проводили на рентгеноструктурному дифрактометрі загального призначення ДРОН-4-13 з використанням $CuK\alpha$ променів. Зразки досліджувались в інтервальному режимі зі швидкістю лічильника 1-2 градуси в хвилину та із швидкістю стрічки 720 мм в годину в інтервалі кутів 2θ від 20 до 100 градусів. Режим зйомки: напруга 30кВт, сила струму 8-10 мА, щілина Соллера з кутом розбіжності $1^\circ 30'$. Зйомка проводилась з обертанням при наявності β -фільтра. На рис.5. наведені дифрактограми дослідження для системи (Al-C-ШХ15), а на рис.6. для системи (Ti-C-ШХ15).

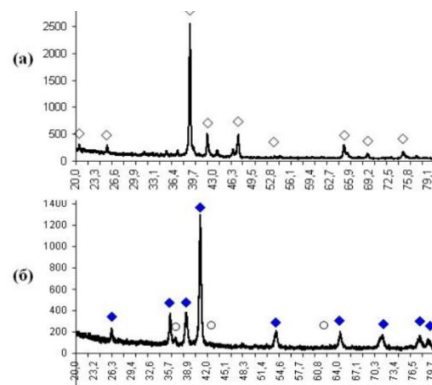


Рис.5. Дифрактограми алюмінідів заліза: Fe_3Al , $FeAl_3$, $FeAl$

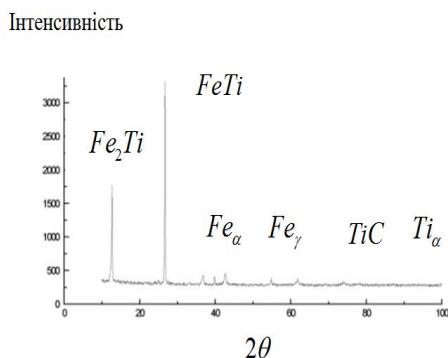


Рис.6. Дифрактограми інтерметалідів заліза: $TiFe$, Ti_2Fe

Висновки. Із даних зображень видно характерні піки утворення інтерметалідів та флюмінідів заліза. Таким чином, можна зробити висновки про те, що процес структуроутворення відбувається в залежності як від якісних та кількісних складових вихідних реагентів порошкової суміші, так і від технології проведення синтезу, що суттєво впливає на фізико-хімічні властивості отриманого інтерметаліда.

Сплави на основі алюмінідів заліза новий клас особливо легких перспективних конструкційних матеріалів, призначених для роботи при температурах – 630-680°C, перевищуючих робочі температури експлуатації титанових суперсплавів (<600°C). Сплави на основі алюмінідів заліза $FeAl$ (28%масAl) і Fe_3Al (16%масAl), характеризуються низькою вартістю, хорошим опором корозії і окисленню, стійкістю в сульфідних середовищах і зносу [3-4], що підтверджується проведеними експериментами. Так, наприклад міцність зразків систем (Al-C-ШХ15) та (Ti-C-ШХ15) перевищує міцність сталі 45 в 1,2 рази, а зносостійкість перевищує на 20%. Тому запропонована технологія та застосування таких матеріалів дозволяє використовувати їх для виготовлення зносостійких деталей для обладнання легкої промисловості.

1. Л.И. Зарубицкая, Ю.В. Коробка. Структура и некоторые свойства электролитических порошков интерметаллидов титана с железом // *Порошковая металлургия*, (3), с. 1-3 (1991).
2. Геллер Ю.А., Рахштад А.Г. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы./ Учебник.- М.: Металлургия., 1989. – 456 с.
3. Liu C T, George E P, Maziasz P J, Schneibel J H 1998 Recent advances in B2 iron aluminide alloys: deformation, fracture and alloy design. *Mater. Sci. Eng.* A258, 84-98
4. Б. И. Медовар и др. Прспективы применения электрошлаковой технологии для получения конструкционных материалов на основе интерметаллида Fe_3Al / Проблемы специальной электрометаллургии. – 1997 – № 2. – С. 17-24.