

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**В. В. Скороход¹, І. А. Морозов¹, Р. А. Морозова¹, Т. В. Дубовик¹,
О. Д. Щербина¹, І. С. Марценюк¹, О. О. Купріянова¹, С. К. Фомічов²,
С. М. Мінаков², Ю. І. Охай², Ю. А. Плохих², А. С. Мінаков²**

¹Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ

²Зварювальний факультет НТУУ "КПІ", Київ

Надійшла до редакції 11.05.05

Резюме: Із застосуванням принципово нової технології обробки та насичення матеріалів газами було створено новий конкурентноздатний матеріал для виготовлення змінних інструментів у зварювальному виробництві – контактних наконечників для зварювальних пальників-напівавтоматів.

Ключові слова: порошкова металургія, водневотермічна обробка, контактний наконечник.

В. В. Скороход, И. А. Морозов, Р. А. Морозова, Т. В. Дубовик, О. Д. Щербина, И. С. Марценюк, Е. А. Куприянова, С. К. Фомичов, С. Н. Минаков, Ю. И. Охай, Ю. А. Плохих, А. С. Минаков. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

Резюме: С применением принципиально новой технологии обработки и насыщения материалов газами был создан новый конкурентоспособный материал для создания сменных инструментов в сварочном производстве – контактных наконечников для сварочных горелок-полуавтоматов.

Ключевые слова: порошковая металлургия, водородотермическая обработка, контактный наконечник.

V. V. Skorokhod, I. A. Morozov, R. O. Morozova, T. V. Dubovik, O. D. Scherbina, I. S. Martsenyuk, O. O. Kupriyanova, S. K. Fomichov, S. M. Minakov, Yu. I. Okhai, Yu. A. Plohih, A. S. Minakov. NOVELY TECHNOLOGIES OF POWDER METALLURGY FOR WELDING FABRICATION.

Abstract: A new competitive material that shall be used as replaceable tool in welding processes, i.e. contact burner tip for welding burners of semi-automatic machines application, has been developed due to use of a radically new technology of treatment and saturation of materials with gases.

Keywords: powder metallurgy, hydrogen treatment, welding fabrication.

Нові технології виробництва порошкової металургії дають можливість одержувати речовини з унікальними властивостями – високою твердістю, хімічною стійкістю, жаростійкістю, малими значеннями коефіцієнтів лінійного теплового розширення, емісійною

здатністю, низькими значеннями швидкості випаровування і пружності пару, які з успіхом використовуються в космічній промисловості та атомній енергетиці як високоефективні вогнетривкі, інструментальні, конструктивні матеріали.

Особлива роль у проблемі управління структурою і властивостями полікристалічних матеріалів, одержаних на основі дисперсних систем, відводиться процесам спікання. Опису цих процесів присвячено багато робіт, серед них кілька монографій [1–4]. Проте цілий ряд питань у процесі спікання залишаються невирішеними. Так, надзвичайно важливі нові проблеми виявлені при спіканні ультрадисперсних частинок. Це – механічна нестійкість, аномально прискорене масоперенесення, одержання унікальних матеріалів з унікальними функціональними властивостями на основі надчистих карбідів, боридів, складних керамікоподібних композитів [1]. Дослідженню впливу чистоти порошкових матеріалів на їх спікання та властивості одержаних виробів присвячена і наша робота.

Виробництво порошкових матеріалів пов'язане з дробленням порошку та збільшенням поверхні частинок. Це неминуче веде до збільшення кількості адсорбованих ними домішкових елементів з середовища їх виготовлення (кисню, азоту, вуглецю, сірки, фосфору, кремнію) та металевих елементів і, як результат, до зниження якості виробів. У порошкових матеріалах від 2 до 30 % об'єму припадає на міжзернові та міжфазні площі. Структурні характеристики порошоків значно відрізняються від таких для монолітних матеріалів, тобто вони мають дещо інше розміщення атомів, що знаходяться в ґратках. Із врахуванням розвиненої поверхні частинок порошкових матеріалів реальним стає негативний вплив домішкових елементів на процеси спікання та властивості виробів. Існуючі методи підвищення чистоти не забезпечують відтворення максимальних природних можливостей порошкових матеріалів.

Водень, як відомо, відноситься до найефективніших відновників і активно взаємодіє з домішковими елементами порошоків, утворюючи при певній температурі проміжні газоподібні сполуки типу OH , CH , SiH , PH ,

NH . Газоподібні сполуки водень утворює також з металами Fe , Cr , Mg , Ni , Co , які часто є супутниками порошоків. Такі сполуки конденсуються за градієнтом температур, звільнюючи порошки від домішкових елементів.

Автори роботи [5] вказали на зміну властивостей металевих порошоків, характер їх спікання та особливості виробів з них після водневотермічної обробки. В досліджених ними зразках межа міцності порошкового сплаву ВТ6 в результаті обробки зростає на 20–25 %, пластичність – на 50 %, ударна в'язкість – у 2–2,5 рази при майже теоретичній щільності матеріалу. Доцільність методу водневотермічної обробки обумовлюється ще й тим, що досить хороші результати можна отримати на порівняно дешевих компонентах композиції виробу.

В Інституті проблем матеріалознавства НАН України під керівництвом академіка НАНУ В. В. Скорохода була розроблена принципово нова технологія обробки та насичення матеріалів газами. За цією технологією вперше були одержані сполуки з аномально високим вмістом водню та сполуки з інертним газом гелієм. Попередні дослідження, проведені на деяких матеріалах (алмаз, кремній, бор, нітриди кремнію та алюмінію, карбіди вольфраму, кремнію та бору), показали, що отримані результати претендують на абсолютну новизну і полягають ось у чому:

- 1) в процесі обробки порошоків у атмосфері водню відбувається їх очищення від адсорбованих та хемосорбованих домішок;
- 2) спостерігається підвищення текучості порошоків та їх здатності до пресування;
- 3) спікання виробів можливе без використання зв'язуючих компонентів;
- 4) знижується температура спікання полікристалічних матеріалів на 200–300 °С;
- 5) скорочується час спікання виробів на 25–30 %;
- 6) стає можливим досягнення безпористості виробів;

Науково-технічні проекти

Таблиця 1. Зміна домішкового складу порошків після водневотермічної обробки

Домішки	Вміст домішок, % мас.	
	вихідний	оброблений
Карбід вольфраму (WC)		
O ₂	6,7	0,1
C	2,0	0
Нітрид бору (BN)		
B ₂ O ₃	2,0	0,1
C	не виявлені	не виявлені

- 7) підвищується міцність гарячепресованих виробів на 30–35 %;
- 8) вирішується проблема одержання композиційних матеріалів метал–кераміка.

Наведемо приклади впливу водневотермічної обробки на склад та процеси спікання деяких порошків (табл. 1, 2).

Наведені приклади дають підставу вважати, що водень досить активно взаємодіє з домішковими елементами порошків та активізує їх спікання, що призводить до підвищення експлуатаційних характеристик виробів. На основі цих досліджень нами була проведена робота по створенню матеріалу для виробництва зварювального пристрою струмопідводу – контактного наконечника.

Таблиця 2. Вплив водневотермічної обробки порошків на зміну фізико-механічних властивостей спечених зразків

Назва порошку	Щільність зразка, кг/м ³	Міцність зразка при стисканні, МПа	Міцність зразка при згинанні, МПа	Питомий електричний опір, Ом·см при 1000°C
Нітрид алюмінію (AlN): вихідний оброблений	2728	260	206	4·10 ⁴
	3210	322	253	6·10 ⁵
Нітрид бору (BN, вюрт.): вихідний оброблений	2789	290	245	–
	3487	380	315	–

82

Існуючі на даний час наконечники мають такі недоліки:

- зношення конструкції за рахунок тертя дроту, що призводить до погіршення якості зварювання;
- приварювання дроту до стінок каналу струмопідводу, що позначається на якості шва;
- малий термін роботи наконечника (не більше 8 год);

Проблемою підвищення експлуатаційних характеристик наконечників займаються багато дослідників, в основному пропонуючи зміну технічних рішень та використання нових конструкційних матеріалів. Автори роботи [6] запропонували для виготовлення наконечників композиційний порошковий матеріал на основі міді з добавками вуглецю, нітриду кремнію, оксиду алюмінію та титану у певних співвідношеннях. Термін експлуатації такого наконечника вдвічі більший від серійного (виготовленого з міді) та на 25–30 % – від наконечника фірми "Бінцель".

Нами проведено дослідження таких композиційних систем: Cu-SiC, Cu-BN, Cu-WC,

Таблиця 3. Значення мікротвердості деяких композиційних систем на основі міді

Композиційна система	Мікротвердість, кг/мм ²	Пористість, %
Cu (літ. дані)	80	0
Cu + 1% SiC	113 ± 1; P=20 г	4
Cu + 10% SiC	156 ± 4; P=20 г	6
Cu + 30% SiC	158 ± 2; P=20 г	6
Cu + 1% WC	143 ± 6; P=20 г	4
Cu + 10% WC	151 ± 6; P=20 г	5
Cu + 30% WC	140 ± 3; P=20 г	6
Cu + 1% BN	94 ± 4; P=20 г	4
Cu + 10% BN	96 ± 2; P=20 г	6
Cu + 30% BN	92 ± 2; P=20 г	6
Cu + 1% B	120 ± 3; P=20 г	4
Cu + 10% B	128 ± 4; P=20 г	5
Cu + 30% B	136 ± 3; P=20 г	5

Cu-B. Компоненти систем у відповідних співвідношеннях змішувались, формувались під тиском 480 МПа і спікались у атмосфері водню при температурі 900 °С. Пористість матеріалів спечених виробів коливалась в межах 4–6 % залежно від системи і процентно-го співвідношення компонентів.

Деякі характеристики спечених виробів вказаних композиційних систем наведено в табл. 3.

Аналіз мікротвердості матеріалів перелічених композиційних систем дає підставу для продовження дослідження інших характеристик матеріалів, за винятком системи Cu-BN.

Випробування матеріалів із зазначеними експлуатаційними характеристиками в наконечниках для зварювальних пальників були проведені на заводах та підприємствах м. Києва: Дарницькому вагоноремонтному заводі, АТ "АТЕК", МПП "ВІТ" та зварювальному факультеті НТУУ "КПІ". Акти лабораторних і промислових випробувань показали такі переваги матеріалів:

- 1) процес зварювання дроту проходить без мікроприварювання;
- 2) підвищується твердість матеріалу наконечника;
- 3) відпадає необхідність у використанні дорогого омідненого дроту;
- 4) підвищується зносостійкість матеріалу в 5 разів;
- 5) відсутнє налипання бризок металу на наконечник;

- 6) відпадає необхідність операцій промивки наконечника;
- 7) збільшується термін роботи наконечника у 5 разів (порівняно із наконечником фірми "Бінцель").

Автори висловлюють подяку Київській державній міській адміністрації за підтримку досліджень у цій галузі. У 2004 р. з нею був укладений договір на розробку технології виготовлення змінних контактних наконечників для автоматичного (механізованого) зварювального обладнання. Це дасть можливість створити новий, конкурентноздатний, матеріал для виготовлення змінних зварювальних інструментів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Скориход В. В., Солонин Ю. М., Уварова И. В.** Химические, диффузионные и реологические процессы в технологии порошковых материалов. – К.: Наук. думка, 1990. – 248 с.
2. **Кислый П. С., Кузенкова М. А.** Спекание тугоплавких соединений. – К.: Наук. думка, 1980. – 196 с.
3. **Гегузин Я. Е.** Физика спекания. – М.: Наука, 1984. – 312 с.
4. **Скориход В. В., Солонин С. М.** Физико-металлургические основы спекания порошков. – М.: Металлургия, 1984. – 158 с.
5. **Момонов А. М., Засыпкин В. В.** // 2 Рос. науч. техн. сем. "Водород в металлических материалах" – Москва, 13–14 декабря 1994: Матер. семин. – М., 1994. – С. 34.
6. **Дмитрук В. В., Притула С. И.** Токоподводящие мундштуки из порошковых материалов для сварочных горелок // Автоматическая сварка. – 2005. – № 3. – С. 45–47.