

Саме від стану та якості карбідного скелета, що формується при спіканні твердих сплавів, в цілому залежать їх фізико-механічні та експлуатаційні властивості. Його стан прийнято характеризувати формою та розміром частинок карбідної складової в сплавах.

Вихідними речовинами, що входять до складу сплавів WC-Co, є монокарбід вольфраму WC і металевий кобальт (3...6%). Щільність такого сплаву становить 14,8...15,0 г/см³. Твердість – порядку 87...90 HRC. Порошок кобальту при високій температурі плавиться і обтікає зерна карбиду вольфраму.

Мікроструктура сплавів WC-Co в основному двофазна, що складається з кристалів карбиду вольфраму і ділянок цементуючої (кобальтової) фази. Цементуюча фаза складається з кобальту, в якому розчинені невеликі кількості вольфраму і вуглецю. Розміри карбідних зерен в сплавах WC-Co в залежності від їх призначення коливаються в межах 1...5 мкм. Ділянки цементуючої фази, видимі під мікроскопом, мають зазвичай товщину 1...2 мкм. Розміри зерен кобальтової фази набагато перевищують розміри зерен карбиду вольфраму.

Ефективним доповненням технологічного процесу виробництва деталей з твердих сплавів є електронно-променевое оплавлення. Сфокусований і прискорений потік електронів, кінетична енергія яких, перетворюючись в робочій зоні в інші види (переважно в тепло), викликає нагрівання, плавлення і випаровування оброблюваного матеріалу, що в підсумку і забезпечує розмірну обробку заготовок. Таке оплавлення збільшує твердість оплавленої частини поверхні, що позитивно впливає на кінцеві властивості матеріалів.

Література:

1. Tolochin A.I., Laptev A.V., Golovkova M.E., Koval'chenko M.S. Ultrafine high-cobalt VK40 hard alloy. I. Structure and properties // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2008. – Т. 47. – № 3-4. – С. 176-182.

2. В.П. Бондаренко, А.М. Исонкин, Р.К. Богданов, А.А. Матвейчук. Влияние зернистости высокопрочного тугоплавкого наполнителя на работоспособность алмазных буровых коронок // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. / Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – Киев, 2010. – Вып. 13. – С. 168–173.

Троснікова І.Ю., Лукашевич В.О., Лобода П.І.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

НОВІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

На сьогоднішній день існує широка потреба в матеріалах з підвищеною міцністю для ефективної роботи в екстремальних умовах – великих динамічних навантаженнях, абразивного зношування в агресивному середовищі та при високих температурах.

Серед конструкційних високотемпературних матеріалів, що використовуються в якості конструкційних, можна виділити: суперсплави на основі нікелю і кобальту, а також інтерметаліди на основі алюмінію. Їхні робочі температури обмежуються 1000 °С. Ці матеріали вичерпують свої можливості, вище даної температури. Тому для того, щоб збільшити робочі температури, слід звернутися до інших систем сплавів, таких як кераміка і передові інтерметаліди, які б могли забезпечити вимоги щодо міцності та стійкості до окислення [1].

Одними з найбільш перспективних матеріалів являються сплави систем Mo-Si-B та Nb-Si-B, оскільки вони мають низьку питому вагу (порядку 6,1...7,2 г/см³), стійкі до окиснення в широкому інтервалі температур, за рахунок утворення на поверхні боросилікатного шару, дрібнодисперсну високощільну мікроструктуру. Сплав системи Nb-Si-B володіє високими показниками мікротвердості при кімнатній температурі,

тріщиностійкості ($7,8 \dots 11,8 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$), межі текучості та межі міцності на стиск при високих температурах $1200 \dots 1400 \text{ }^\circ\text{C}$, так як мають температуру плавлення вище $1750 \text{ }^\circ\text{C}$ [2].

Також перспективною для розробки в даному напрямку може бути квазіпотрійна евтектика $\text{V}_4\text{C-TiB}_2\text{-SiC}$, що володіє рядом потрібних властивостей. Експериментальні дослідження мікромеханічних характеристик показали, що твердість за Вікерсом і тріщиностійкість одержаних спрямовано армованих композитів $\text{V}_4\text{C-TiB}_2\text{-SiC}$ складають, відповідно, $33,3 \text{ ГПа}$ і $6,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$. Тріщиностійкість одержаного спрямовано закристалізованого сплаву $\text{V}_4\text{C-TiB}_2\text{-SiC}$ перевищує тріщиностійкість чистого карбиду бору та спрямовано закристалізованого евтектичного сплаву $\text{V}_4\text{C-TiB}_2$, вирощеного у подібних умовах [3].

Особливістю матеріалу, що має лягти в основу деталей для високотемпературних застосувань має бути стійкість до високих температур, оскільки паливо при виході із камери згоряння має температуру вище $1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

Оскільки вони також піддаються механічним навантаженням, зв'язаним з швидкістю руху реактивного струменя та розширенням палива при згорянні, то мають володіти і достатнім рівнем міцності. Розширення застосування даної евтектичної системи є дуже перспективним для вирішення ряду технічних проблем. Зменшення ваги транспортних засобів (автомобілів, літаків, поїздів тощо), а також підвищення робочих температур двигунів, підвищить ефективність використання палива. Нові показники потужності сприяють розробці конструкційних матеріалів з низькою щільністю, а також матеріалів, які мають високі показники термостійкості для використання в компонентах двигунів. Крім того, існує необхідність пошуку нових економічно вигідних джерел енергії і ефективнішого використання наявних. Матеріали, безсумнівно, грають значну роль у цих розробках. Для забезпечення життєздатності нових розробок, технологія їх виробництва має бути дешевшою за наявну, і не поступатися по ефективності попередникам.

Література:

1. Lange A., Heilmaier M., Sossamann T. A., Perepezko J. H. Oxidation behavior of pack-cemented Si-B oxidation protection coatings for Mo-Si-B alloys at $1300 \text{ }^\circ\text{C}$ // Surface and Coatings Technology. – 2015. – V. 266. – P. 57-63.

2. Троснікова І.Ю., Лобода П.І., Івашура О.О. Вплив хімічного складу на структуру та механічні властивості сплавів системи Nb-Si-B // Металознавство та обробка металів. – 2016. – №4. – С. 31-35.

3. Богомол Ю.І., Лобода П.І., Головенько Я.Б. Структура та властивості квазіпотрійних спрямовано армованих композитів системи $\text{V}_4\text{C-TiB}_2\text{-SiC}$ // Металознавство та обробка металів. – 2015. – № 2. – С.37-42.

**Труш В.С.¹, Лук'яненко О.Г.¹, Федірко В.М.¹, Погрелюк І.М.¹,
Тихоновський М.І.², Стоєв П.І.²**

¹Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів;

**²Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій ННЦ
«ХФТІ» НАН України, м. Харків)**

**ВПЛИВ АЗОТУВАННЯ НА ТРИВАЛУ МІЦНІСТЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРИ
380 °C СПЛАВУ Zr-1%Nb**

E-mail: trushvasyl@gmail.com

Цирконієві сплави належать до конструкційних матеріалів активної зони ядерних реакторів. Ці сплави мають високі механічні властивості хорошу корозійну стійкість. Разом з тим існують чинники, які істотно знижують можливості їх застосування. Зокрема, значний вплив на службові властивості цирконієвих сплавів мають елементи втілення –