

**СЕКЦІЯ: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ
КОНСТРУКЦІЙ**

УДК 669.018.25

М.М. Василик, В.О. Яцюк, В.В. Лазарюк, к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ УЩІЛЬНЕННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ
КАРБІДІВ ТИТАНУ ТА НІОБІЮ**

M.M. Vasylyk, V.O. Yatsyuk, V.V. Lazaryuk, Ph.D., Assoc. Prof.

**DENSIFICATION KINETICS OF HARD ALLOYS BASED ON TITANIUM AND
NIOBIUM CARBIDES**

Пошук тугоплавкої основи для твердих сплавів, залишається актуальною задачею через високу вартість карбіду вольфраму. Тверді сплави на основі карбіду титану використовуються для різального та фрикційного інструменту, які витримують зміну швидкості різання в більш широкому інтервалі у порівнянні із сплавами на основі карбіду вольфраму. На даний час значно розширено область застосування сплавів на основі карбіду титану для виготовлення фрикційних інструментів зварювання тертям та як жаростійкі елементи у паливних комірках, [1-3].

Однією із основних операцій технологічного процесу отримання виробів із твердих сплавів на основі карбіду титану є спікання у вакуумі. Під час спікання в матеріалі утворюється деяка кількість рідкої фази, завдяки якій він суттєво ущільнюється. Пошук способів активування процесу спікання та управління процесом структуроутворення є важливою технологічною задачею для отримання матеріалів з високими експлуатаційними властивостями. Найбільш ефективними методами впливу на структуроутворення, що направлені на зменшення надлишкового росту зерен, явищ коалесценції карбідних зерен є легування тугоплавкої основи та металевої зв'язки.

З метою вивчення процесів ущільнення та структуроутворення твердих сплавів на основі карбіду титану з нікель-хромовою зв'язкою з легуючою добавкою карбіду ніобію, було досліджено кінетичні закономірності ущільнення зразків сплавів при спіканні в залежності від часу та температури.

Згідно існуючих класичних уявлень у спіканні твердих сплавів приймають участь три послідовних процеси ущільнення, що змінюються: 1) процес перегрупування частинок в результаті в'язкої плинності розплаву металів зв'язки; 2) перекристалізація тугоплавкої фази через металевий розплав, відомий як процес розчинення - осадження; 3) спікання тугоплавкої фази з утворенням жорсткого карбідного каркасу ("скелету").

Процес ущільнення зразків сплавів (Ti, Nb)C-Ni-Cr описано степеневими та експоненціальними залежностями, що дозволило не лише уточнити кінетичні параметри ущільнення, але і визначити енергію активації процесу ущільнення.

Встановлено, що процес ущільнення сплавів на основі складного карбіду титану та ніобію та нікель-хромової зв'язки проходить за стадіями перегрупування частинок та розчинення-осадження. Процес спікання активується при температурах вищих 1300 °C на стадії перекристалізації тугоплавкої фази через розплав металів зв'язки. Активація процесу спікання може бути пояснена тим, що карбід ніобію краще змочується нікелевим розплавом, на відміну від карбіду титану. Даний процес сприяє також однорідному розподілу металевої зв'язки між карбідними зернами.

Дослідження процесу ущільнення сплавів добре узгоджуються з результатами металографічної оцінки видимої пористості сплавів, [3]. Температурний інтервал спікання, у якому пористість найменша, становить 1400-1450 °C при тривалості ізотермічної витримки 40-60 хв.

Проведеним аналізом процесу ущільнення (Ti, Nb)C-Ni-Cr сплавів уточнено методику визначення оптимальних режимів виготовлення сплавів на основі карбіду титану та дано практичні рекомендації щодо технології спікання металокерамічних композитів.

Література:

1. Лазарюк В. В. Застосування металокерамічних твердих сплавів для високотемпературних твердооксидних паливних комірок / Валерій Лазарюк // Матеріали всеукраїнської наукової конференції „Актуальні проблеми теоретичної, експериментальної та прикладної фізики“, 20-22 вересня 2012 року — Т.: ТНТУ, 2012 — С. 183-184.

2. Лазарюк В. Перспективи застосування керметів на основі карбіду титану для інструментів зварювання тертям з перемішуванням / В. Лазарюк // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. — Т.: ТНТУ, 2020. — С. 29–30.

3. Розробка та дослідження жаростійких безвольфрамових твердих сплавів (Ti, Nb)C-Ni-Cr-Al [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.16.06 / Лазарюк Валерій Володимирович ; Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. - Т., 2004. - 174 арк.