

УДК 669.018.25

В. Сушинський, Г. Крамар

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

КІНЕТИКА СПІКАННЯ СПЛАВІВ НА ПОЛІ КАРБІДНІЙ ОСНОВІ З Ni-Cr ЗВ'ЯЗКОЮ НАНОРОЗМІРУ

Тверді сплави на основі карбіду титану мають підвищені твердість, жаро- та зносостійкість, однак недостатньо високу міцність порівняно з вольфрамо – кобальтовими. Наблизити міцність цих сплавів до рівня сплавів групи ТК і розширити їх область застосування можна легуванням карбідної основи іншими карбідами, використанням вихідних матеріалів нанорозмірів та особливими технологічними підходами.

Відомо, що використання полікарбідної основи при створенні сплавів позитивно впливає на їх механічні характеристики і підвищує стійкість проти окислення при високих температурах, що особливо важливо при обробці різанням.

Тверді сплави на полікарбідній основі TiC-5NbC-5WC із NiCr зв'язкою (співвідношення Ni:Cr = 3:1), до складу якої в кількості 7,5, 13,5 і 18% (мас.) входить нікель дрібно- і нанодисперсних розмірів, отримували методом порошкової металургії. Для їх виготовлення були використані порошки карбідів титану, ніобію і вольфраму марки “ХЧ” виробництва Донецького заводу хімреактивів, дрібнодисперсні метали зв'язки нікель і хром із вмістом основного компоненту не менше 99,8% та нано-Ni виробництва “Nanostructured and Amorphous Materials, Inc” (Houston, USA) з розміром частинок 70 нм і вмістом основного компоненту 99,8%.

Зразки для досліджень циліндричної форми ($d=8$ мм; $h=12$ мм) отримували методом двостороннього холодного пресування при тиску 150 МПа.

Спінання сплавів проводили у вакуумній електропечі СНВ-1.3.1/20И1 при температурах 1000, 1100, 1200, 1300, 1350, 1400 °С, часі ізотермічної витримки при спіканні 0, 20, 40, 60 хв і глибині вакууму $1,33 \times 10^{-3}$ Па. В процесі нагрівання здійснювали ізотермічну витримку при температурі 500°С протягом 45 хвилин для виведення пластифікатора. Швидкість нагрівання складала 12-15°С/хв. Кінетику процесу спікання вивчали шляхом вимірювання ущільнення сплавів за діаметром спечених зразків.

За кінетичними кривими ущільнення встановлено, що при порівнянні усадки сплавів з однаковою кількістю зв'язки (18% (мас.)) різного вихідного розміру нікелю, при використанні нанодисперсного порошку при температурах від 1300 °С і вище усадка збільшується на 14...36% при 5 хвилинах ізотермічної витримки і на 5...10% при більших ізотермічних витримках. Тобто при короткотерміновому спіканні виявляються переваги введення у сплав нанодисперсного нікелю – активування спікання відбувається за рахунок більш високої питомої площі поверхні зв'язки, що покращує змочуваність карбідних зерен і перешкоджає їх коалесценції.

Основне ущільнення сплавів відбувається на стадії РФС, починаючи з температури 1300 °С, при якій відбувається від 85% до 93% всієї усадки сплавів.

Кінетичні параметри степеневого рівняння та енергію активації визначали із залежностей $\ln(\Delta d/d) - \ln(\tau)$ і $\ln(\Delta d/d) - (1/T) \cdot 10^{-4}$.

Показано, що введення до складу зв'язки до 18% (мас.) нанодисперсного нікелю є ефективним способом активування процесу спікання, завдяки якому можна знизити температуру спікання до 1350 °С та зменшити час витримки при спіканні до 20 хвилин.