

УДК 621.762.4

Д. А. Баб'як, Г. М Крамар., к.т.н., доц. , Л. Г. Бодрова, к.т.н., доц.  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## ЛЕГУВАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ КОМПОНЕНТАМИ НАНОРОЗМІРІВ

D. Babiak, H. Kramar, Ph.D., Assoc.Prof., L. Bodrova, Ph.D., Assoc.Prof.

### ALLOYING HARD ALLOYS BASED ON TITANIUM CARBIDE WITH NANOSIZED COMPONENTS

Тверді сплави забезпечують високопродуктивну обробку різанням (45-50% загального об'єму їх використання) і тиском (20%). Висока продуктивність металообробки досягається при достатній стійкості інструменту, яка при використанні твердих сплавів пояснюється високою твердістю ( $HV_{30} \geq 17$  ГПа,  $HRA \geq 88$ ) та зносостійкістю, задовільними межами міцності на згин ( $\sigma_{зг} \geq 1000$  МПа) і тріщиностійкістю ( $K_{IC} \geq 7,5$  МПа·м<sup>1/2</sup>), високою межею міцності на стиск ( $\sigma_{ст.} \geq 2000$  МПа). Тверді сплави, в т.ч. на основі карбіду титану, які отримують методом порошкової металургії, задовольняють більшості із зазначених вимог, вони мають високі твердість і зносостійкість, малу густину, низьку схильність до адгезійної взаємодії з оброблюваним матеріалом. Однак, порівняно із вольфрамокобальтовими твердими сплавами, вони мають нижчі міцність і тріщиностійкість, тому актуальною задачею є пошук шляхів підвищення цих характеристик. Одним із способів вирішення цієї проблеми є раціональний вибір компонентів карбідної основи, зв'язки, а також антирекристалізаційних добавок.

Метою роботи є аналіз можливості застосування вихідних компонентів нанорозмірів для підвищення міцності і тріщиностійкості сплавів на основі TiC.

Міцнісні характеристики сплавів суттєво підвищують за рахунок використання полікарбідної основи (TiC+VC,NbC,,ZrC, Mo<sub>2</sub>C,WC) [1,2], в т.ч. нанорозмірів [3,4]. На прикладі нанокарбіду вольфраму і нанонікелю показано, що зменшуються розміри карбідних зерен із кільцевою структурою, зростає кількість гомогенних карбідних зерен, змінюються параметри і фазовий склад сплавів, відбувається дисперсійне зміцнення металевої зв'язки [5-7]. На нашу думку, досягнення подібного результату можливе також при використанні антирекристалізаційних добавок нанорозмірів, наприклад, нано AlN, Ni<sub>3</sub>Al тощо з оптимізацією як хімічного складу, так і технологічних параметрів отримання сплавів.

#### Література

1. Antonín Kříž and David Bricín 2017 Powder Metallurgy - Fundamentals and Case Studies. Properties and Testing of Cemented Carbides, Chapter 12, Pp. 273-297 <http://dx.doi.org/10.5772/66871>
2. J. Pötschke, T. Säuberlich, A. Vornberger, J.A. Meese-Marktscheffel, 2018. Solid state sintered nanoscaled hardmetals and their properties, Int. J. Refract. Met. Hard.Mater. 72, 45–50.
3. Koval, I., Bodrova, L., Kramar, H., Mul, O., & Marynenko, S. (2014). Relationship between the structure and properties of polycarbide based hard alloys with nano-WC additions. In Euro PM 2014 Congress and Exhibition. Cermets-19\_P3\_EP140178
4. Kramar H., Bodrova L., Kovalchuk Y., Marynenko S., Koval I., 2018. Effect of binder with nano Ni on mechanical properties of TiC based hard alloys. Scientific Journal of TNTU, 91(3), 63-69.
5. Bukhta, V., Koval, I., Obuh, Y., Bodrova, L., Rusyn, B., Kramar, H. (2020). Effect of the nano-WC on the microstructure parameters of TiC–VC–NiCr based hard alloys. In Euro PM2020 Congress and Exhibition. , Code 177045, ISBN: 978-189907251-4, <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85125051868&partnerID=MN8TOARS>
6. Influence of the nano-WC content and Sintering Temperature on the Phase Composition of Hard Alloys in the System TiC–WC–VC–NiCr / S Pukas, L Zinko, N German, R Gladyshevskii, I Koval, L.Bodrova, H Kramar, S Marynenko Physics and Chemistry of Solid State. Volume 21, Issue 3, 30 September 2020–ISSN 1729-4428, DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.21.3.496-502>.
7. Koval, I., Bodrova, L., Kramar, H., Marynenko, S., Kovalchuk, Y., Prysyzhnyuk, P., & Shlapak, L. (2022). Influence of nano-Ni on the microstructure of multcarbide-based alloys. Procedia Structural Integrity, 36, 51-58. ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.12.076>.