

## СПОСІБ КОМБІНОВАНОГО ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ТВЕРДОГО СПЛАВУ T15K6

**А.Б. Бобін<sup>1</sup>, к.т.н., доц. М.М. Бобіна<sup>2</sup>, д.т.н., проф. В.С. Майборпода<sup>3</sup>,  
студ. Е.В. Майстренко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ДАХК «АРТЕМ»

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «КПІ», Інженерно – фізичний факультет, кафедра МТО  
<sup>3</sup>Національний технічний університет України «КПІ», Механіко-машинобудівний інститут

*Досліджено вплив різних комбінацій магнітно-абразивної обробки та титанування на товщину карбідного шару, мікротвердість його та шорсткість поверхні інструментального твердого сплаву T15K6. Попередня магнітно-абразивна обробка дозволяє збільшити товщину покриття на основі TiC на 50% та мікротвердість на 0,5-1,0 ГПа. Кінцева MAO підвищує твердість покриття на основі TiC 1,5-2,0 ГПа*

Попередні дослідження по застосуванню методів дифузійного зміцнення твердих сплавів [1,2] показали, що одним з найкращих методів ХТО є титанування..

Відомо [3,4], що стійкість БНТП можна підвищити в 3 – 5 разів магнітно-абразивною обробкою. Позитивний ефект від MAO[3] багато в чому обумовлений усуненням різноманітних поверхневих дефектів, що мають пластини, а також зміцненням робочих елементів поверхневою пластичною деформацією, внаслідок чого зменшується число сколювань і викрашувань у процесі експлуатації інструменту. Зміцнення придушує появу та розвиток мікрodefектів, перешкоджає зародженню втомлених мікротріщин [20]. Крім того, на міцності пласти позитивно позначається їхнє багаторазове перемагнічування під час MAO. При цьому, підвищуються стискаючі напруження, що є наслідком високого магнітострікційного ефекту, властивого кобальту [3].

Безсумнівний інтерес викликають комбінації двох способів підвищення стійкості та працездатності такого дорогого інструменту, як БНТП – MAO та ХТО.

Були запропоновані такі варіанти зміцнення: 1 – нанесення дифузійного покриття і наступна MAO; 2 – попередня MAO з метою отримання кращої шорсткості поверхні різального інструменту, активації поверхні і створенням перехідного поверхневого шару з підвищеною дефектною структурою з наступним нанесенням покриття; 3 – обробка по другому варіанту з кінцевою поліруючо-зміцнюючою MAO.

Магнітно-абразивну обробку проводили за наступним режимом: швидкість обробки – 2м/с; магнітна індукція – 0,27 Тл; час обробки 120 с; порошок Полімам-Т фракції 315/200 мкм.

При використанні для інструменту тих чи інших захисних покриттів необхідно враховувати міцність зчеплення їх з матрицею, яка визначається рядом факторів. Найбільш важливими є хімічна природа матеріалу покриття та основи, чистота поверхонь, що покривають, робоча температура, різниця в коефіцієнтах термічного розширення покриття та матеріалу основи. З іншого боку, відомо, що пластична деформація супроводжується виникненням на контактних поверхнях активних центрів (дислокацій, вакансій), що сприяє більш інтенсивному протіканню дифузії в поверхневих шарах. Внаслідок того, що в нашому випадку дифузійне насичення трохи віддалено в часі від процесу пластичного деформування, вплив підвищеної концентрації рухливих і при низькій температурі вакансій враховувати не слід. Однак, ті, накопичені під час MAO, надлишкові дислокації, що обумовлюють нагартований стан поверхні сплаву і мають малу рухливість при низьких температурах, при температурах насичення отримують рухливість і провокують прискорену дифузію елементів покриття в матрицю, утворюючи більш широку перехідну зону і забезпечуючи добре зчеплення з основою. Як показав рентгенофазовий аналіз, попередня MAO не впливає на фазовий склад дифузійних покриттів, але товщина шару TiC, нанесеного на зразок підданий MAO збільшується майже в 1,5 рази, в порівнянні з покриттям, нанесеним на необроблений зразок (рис.1).

Попередня MAO дозволяє підвищити поверхневу твердість та отримати більш рівномірний її розподіл (в залежності від навантаження на інденторі) виробів з твердих сплавів BK8 та T15K6 з покриттями. Ймовірно, це можна пояснити тим, що активована попередньою MAO насичувана поверхня піддалася значно інтенсивнішому науглецюванню в процесі неізотермічної цементації, що протікає під час нагрівання зразків до температури насичення в присутності карбюризатору. Це дозволяє збільшити товщину покриття на основі TiC на 50 % та отримати карбід титану з більшим вмістом вуглецю і, відповідно, з більшою твердістю (рис.2).

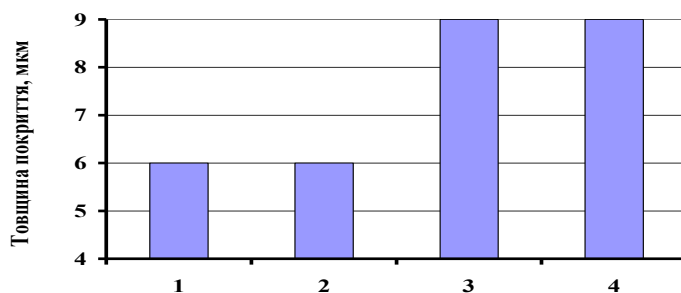


Рис.1. Товщина покриття на основі TiC на сплаві T15K6 після різних способів обробки: 1-титанування, 2-титанування+MAO, 3-MAO+титанування, 4-MAO+титанування+MAO.

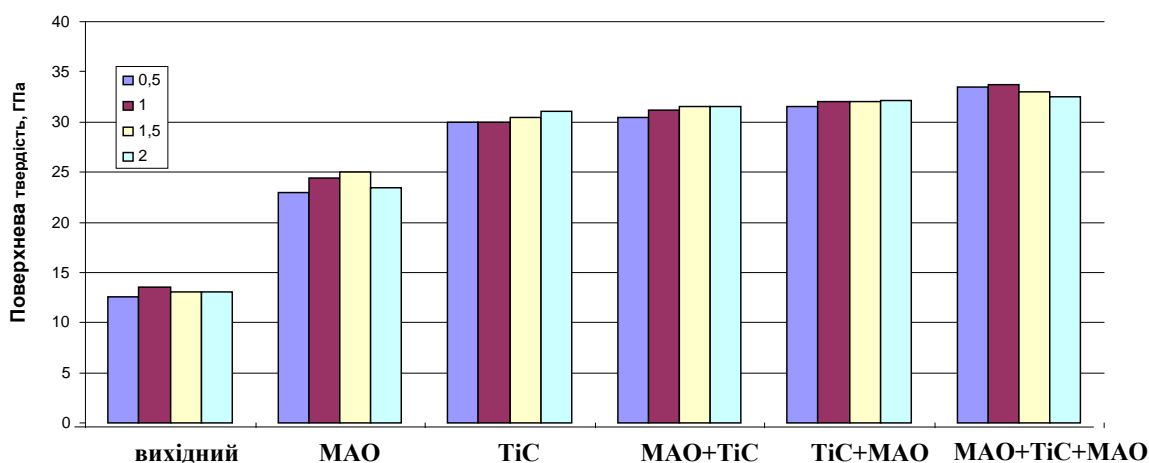


Рис. 2. Вплив MAO на поверхню твердість сплаву T15K6 після різних способів обробки .

Мікроструктурний аналіз покриттів на основі карбиду титану TiC, підданих кінцевій магнітно-абразивній обробці показав, що їхня товщина практично не змінюється. Для високопродуктивної абразивної обробки необхідна наявність певної різниці у фізико-механічних властивостях матеріалу, що оброблюють, та інструменту, тобто, у твердості [4]. У цьому випадку будуть реалізовуватися всі можливі впливи абразивних частинок на поверхню матеріалу, що оброблюють – мікрорізання, мікроудари, пластична деформація. Чим менша така різниця, тим складніше здійснити різання, тим менше знімання матеріалу. Магнітно-абразивний інструмент, сформований з Полімам-Т, який у своєму складі має частинки карбиду титану з мікротвердістю 30,0-31,0 ГПа, що навіть менша за мікротвердість отриманих нами покриттів на основі TiC. При таких умовах MAO основним є процес ударної взаємодії частинок MAI з поверхню деталей, і як наслідок мікропластична деформація поверхневого шару.

Вивчення поверхневої твердості покриттів до і після магнітно-абразивної обробки показало (рис. 2), що в усіх випадках покриття після MAO збільшували свою твердість. Це може бути пояснене тим, що саме в покритті формуються найбільші стискаючі напруження після MAO (рис.3). Додатково можна відзначити, що крихкість покриття на основі TiC після магнітно-абразивної обробки змінюється вкрай незначно. Так, при навантаженні 1 Н на

кожні 10 відбитків до MAO в середньому 3 були з тріщинами, а після MAO – 4. При навантаженні 2 Н до MAO було 7 відбитків з тріщинами, після – 8,5.

Додатковим джерелом підвищення мікротвердості дифузійних покриттів після кінцевої MAO може бути розчинення в них в процесі обробки вуглецю, що присутній у складі магнітно-абразивного порошку. Раніше відмічалось виникнення на поверхні під час MAO рухливих центрів (дислокацій, вакансій), які призводять до зниження енергії активації процесу дифузії в поверхневому шарі контактуючих матеріалів, тобто сприяє їй більш активному протіканню. Відомо [5], що мікротвердість карбіду TiC в області гомогенності зі збільшенням вмісту вуглецю зростає приблизно лінійно. Таким чином, розчинення під час MAO в матеріалі покриття навіть дуже незначної кількості вуглецю могло позначитись на його мікротвердості.

Вивчення поверхневої твердості досліджуваних покриттів після MAO показало, що твердість покриття на основі карбіду TiC збільшується з 34 ГПа до 37 ГПа. Попередня MAO забезпечує більш високу чистоту поверхні після нанесення покриття (рис. 3). Виявлено, що кожна MAO поліпшує чистоту поверхні на 20-50 %, наступне нанесення покриття з карбіду TiC погіршує її на 15%.

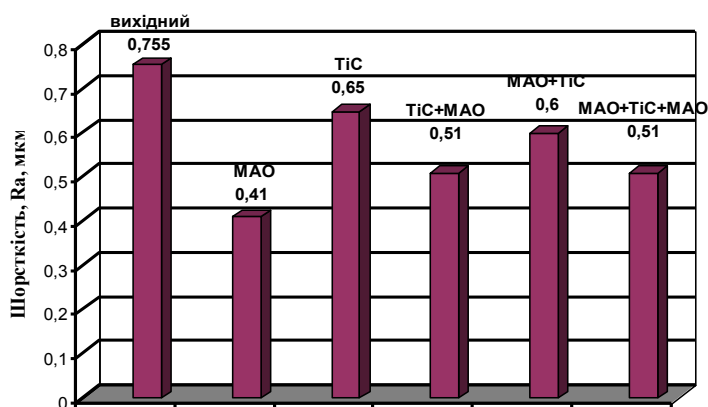


Рис. 3. Вплив способу обробки на шорсткість твердосплавних пластин T15K6

### ВИСНОВКИ:

Попередня магнітно-абразивна обробка дозволяє збільшити товщину покриття на основі TiC на 50% та мікротвердість на 0,5-1,0 ГПа.

Кінцева MAO підвищує твердість покриття на основі TiC 1,5-2,0 ГПа та знижує шорсткість робочих поверхонь на 30%, в порівнянні з шорсткістю непідданих MAO покриттів. Істотної зміни радіуса ріжучої крайки виявлено не було.

Таке поєднання властивостей покриття підвищує працездатність та стійкість інструментального сплаву T15K6.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Лоскутов В.Ф., Хижняк В. Г., Погребова І. С, та ін. Карбідні покриття на сталях і твердих сплавах. - Тернопіль: Лілея, 1998. - 144с.
2. E. Turkel and P. Deamley. Ed.. *A Guide to Surface Engineering Terminology*, Book No. 575, Institute of Materials, London, 1995
3. Майборода В.С., Дюбнер Л.Г., Ульяненко Н. В. Магнітно-абразивна обробка осьового і кінцевого різального інструменту. 1.Вплив магнітно-абразивної обробки на характеристики різальних поверхонь свердел//Наукові вісті НТУУ"КПІ".-2001.-№2.-2001.- С.60-66.
4. Теория резания : навч. посіб. / [М.А. Корниевич, Е.Э. Фельдштейн, П.И. Ящерицын]. – Минск: Новое знание, 2007. – 512 с.
5. Самсонов Г.В., Упадхья Г.Ш., Нешпор В.С. Физическое материаловедение карбидов. –Киев: Наукова думка. – 456 с.