

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ТА НЕМЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ

УДК 621.891

В. Г. Хижняк, д-р техн. наук, проф.,
А. І. Дегула, асп.,
М. В. Карпець, д-р техн. наук

БУДОВА ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПОКРИТТІВ ЗА УЧАСТЮ ТИТАНУ ТА ХРОМУ НА ТВЕРДИХ СПЛАВАХ VK8 ТА T15K6

Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”
DegA81@bigmir.net ІПМ НАНУ

Наведено результати досліджень фазового і хімічного складу, структури, мікротвердості комплексних покриттів на основі карбіду титану та карбіду хрому на твердих сплавах VK8 і T15K6. Показано, що залежно від способу дифузійного насичення на поверхні твердих сплавів формуються багаточастинні карбідні (Cr₂₃C₆, TiC) покриття. Визначено зносостійкість твердих сплавів без покриття та після хромування і хромотитанування.

Сутність проблеми. Тонкі, тверді покриття на основі карбідів, нітридів перехідних металів 4 – 6 груп періодичної системи на поверхні багатогранних твердосплавних непереточуваних пластин сприяють підвищенню працездатності інструменту, розширенню сфер його використання, зростанню продуктивності праці під час різання [1 – 3]. Наведені сполуки наносять на інструмент методами хімічного осадження з газової фази, фізичного осадження, а також методами хіміко-термічної обробки. Можна вважати, що можливості комплексних покриттів за участю карбіду титану до кінця не використані. А процес хромотитанування дозволяє підвищити адгезію карбідного шару з основою, що, в свою чергу, сприяє підвищенню працездатності різального інструменту [4; 5].

У роботі наведено результати досліджень фазового та хімічного складу, структури комплексних покриттів на основі карбіду хрому, карбіду титану на твердих сплавах VK8 та T15K6.

Також виконано порівняльну характеристику зносостійкості сплавів без покриття та після титанування і хромтитанування.

Отримані в роботі дані про будову та властивості багатошарових покриттів дозволяють коректно підійти до розроблення нових способів дифузійного насичення твердих сплавів групи ВК і ТК.

Методика і сутність експерименту. Захистні покриття на поверхню сплавів ВК8 і Т15К6 наносили за температури 1050 °С та часу витримування 3...6 год у закритому реакційному просторі за зниженого тиску з використанням як вихідних реагентів порошку хрому, титану, чотирехлористого вуглецю й вуглевмісної домішки [2; 4].

Металографічні, дюрOMETричні, рентгеноструктурні, мікрорентгеноспектральні дослідження проводили відомими методами фізичного матеріалознавства.

Дослідження зносостійкості були проведені за методикою «зворотного обертання шпинделя», яка полягає в імітації реальних умов різання виключенням безпосередньо самого процесу різання і заміною його тертям за рахунок зміни напряму обертання шпинделя [7; 8]. Режими випробування підбирали так, щоб вони імітували процес різання для чистової обробки.

Експериментальні дані та їх обговорення. Під час титанування на зовнішньому боці покриття спостерігається невеликий по товщині шар інтерметаліду CoTi. Зони інтерметалідів у разі титанування, хромування утворюються під час хіміко-термічної обробки вуглецевих сталей. При цьому товщина цієї зони може в деяких випадках перевищувати товщину шару карбідів.

Утворення цієї зони пов'язано з умовами формування карбідних покриттів на твердих сплавах та сталях. Можна вважати що за певної товщини карбідного шару (5...10 мкм) уповільнюється підведення вуглецю основи до зовнішнього боку покриття, що і сприяє формуванню більш термодинамічно вигідної зони інтерметалідів. За запропонованою технологією титанування значна частина кобальту, який дифундує до поверхні, зв'язується в хлориди Co, які конденсують у твердій фазі в зоні холодильника. Крім того, наявність зони на основі CoTi може деякою мірою

зменшувати імовірність утворення під зоною карбідів шару на основі фаз $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$, $\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$.

Під час хромтитанування безпосередньо на зовнішньому боці покриття розміщується тонкий шар TiC. Зона, яка примикає до основи, відповідає карбиду Cr_{23}C_6 .

Результати дослідження фазового складу, структури деяких властивостей покриттів на твердих сплавах BK8 і T15K6 наведено в табл. 1. Аналіз отриманих даних показав, що фазовий склад покриттів визначається значною мірою способом хіміко-термічної обробки й менше – складом твердого сплаву.

Таблиця 1

Фазовий склад та властивості покриттів за участю хрому та титану на сплавах BK8 і T15K6

Вид обробки	Марка сплаву	Температура, °С; час насичення, год	Фазова сполука	Період кристалічної ґратки, нм	Товщина, мкм	Мікротвердість, ГПа
Титанування	BK8	1050; 2,0	CoTi; TiC	- 0,4323	1,0 5,5	- 37,5
	T15K6	1050; 2,5	CoTi; TiC	- 0,4326	1,0 6,0	- 37,0
Хромотитанування	BK8	1050; 4,0	TiC; TiC+Cr ₂₃ C ₆ ; Cr ₂₃ C ₆	0,4288 - -	1,0 10,0 6,0	30,0 19,0 15,0
	T15K6	1050; 4,5	TiC; TiC+Cr ₂₃ C ₆ ; Cr ₂₃ C ₆	0,4315 - -	1,5 10,5 5,0	29,0 19,0 15,0

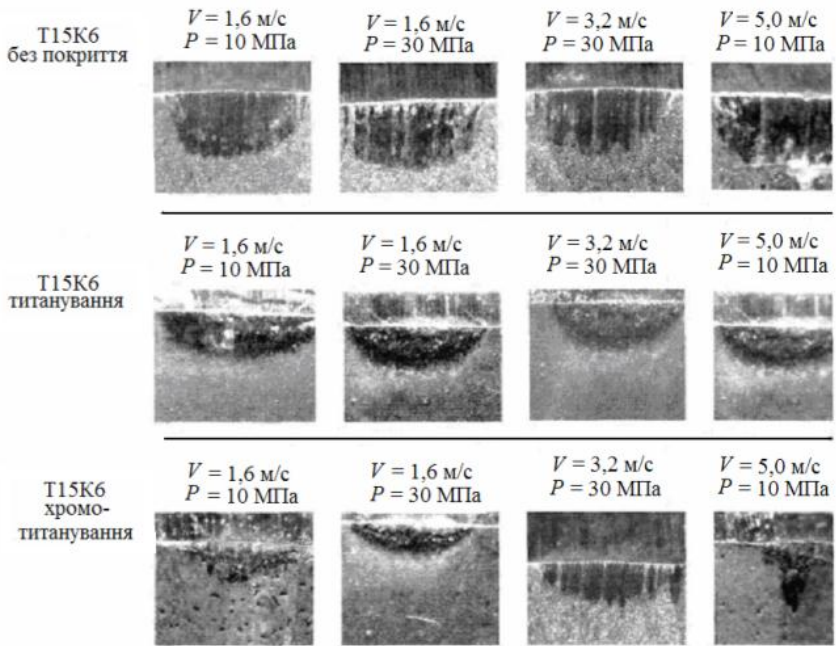
Для вивчення зносостійкості досліджували макроструктуру фасок зношення різального інструменту (див. рисунок). Випробування проводили за різних швидкостей різання в діапазоні 1,6 ... 5,0 м/с, а також за різного навантаження. Контактні навантаження, які виникали на задній поверхні різального інструменту, становили 10...50 МПа. Час випробувань в усіх випадках був однаковий – 20 с.

Установлено, що найменшу стійкість у випробуваннях показав сплав T15K6 без покриття. З наведених даних видно, що на фасці зносу спостерігаються характерні лінії, напрямлені по ходу тертя різального інструменту. Виникнення цих смуг зумовлено дією частинок твердого сплаву, які відокремлюються від основи і діють як абразивний матеріал. Такого роду смуги характеризують абразивне зношення.

Цей характер зношення спостерігається як за малих швидкостей ковзання і малих значень навантаження, так і за максимально

вибраних у роботі швидкостей і навантажень ковзання. Це свідчить про те, що цей різальний матеріал має майже однаковий характер зношення за визначених в роботі умов тертя. Водночас сплав Т15К6 після титанування та хромотитанування має дещо інший характер зношування, а саме – на фасках не спостерігається явних борозденок зносу.

Слід вважати, що за рахунок покриття зменшується коефіцієнт тертя. Цей ефект виявляється значною мірою у разі збільшення швидкості ковзання, а також зі збільшенням контактного навантаження.



Фаски зносу на задній поверхні різального інструменту, $\times 60$

Аналіз наведених результатів показав, що найкращу зносостійкість мають тверді сплави після хромотитанування. За контактного навантаження 50 МПа стійкість твердого сплаву з покриттям ($\text{Cr}_{23}\text{C}_6\text{-TiC}$) порівняно з традиційним твердим сплавом Т15К6 зростає майже у 8 разів, а порівняно зі сплавом з покриттям (TiC) – у три рази. Таким чином, можна зробити висновок, що зносостійкість твердих сплавів після хромотитанування значно вища за зносостійкість необроблених твердих сплавів.

З метою встановлення впливу захисних покриттів на працездатність твёрдосплавних непереточуваних пластинок у роботі були проведені виробничі випробування при обробленні різанням сталей різних марок (табл. 2.). Випробування проводили поздовжнім різанням заготовок сталей різних марок.

Таблиця 2

Вплив захисних типів покриттів на стійкість МНТП під час точіння

Марка твёрдого сплаву	Вид обробки	Оброблюваний матеріал	Режим різання			Коефіцієнт збільшення швидкості
			V, м/с	S, мм/об	t, мм	
Т15К6	Титанування	Сталь 20	5,3	0,128	1,0	1,4
	Хромотитанування					1,9
Т15К6	Титанування	Сталь ШХ15	1,3	0,2	0,5	2,0
	Хромотитанування					4,5
ВК8	Титанування	Сталь 40Х	2,2	0,2	0,2	3,2
	Хромотитанування					4,0
ВК8	Титанування	Сталь УА	3,3	0,43	1,0	2,7
	Хромотитанування					6,5

Висновок. Проведено мікроструктурний та рентгеноструктурний аналіз твёрдих сплавів після титанування та хромотитанування. Показано послідовність розташування шарів при титануванні твёрдого сплаву ВК8 та методом рентгеноструктурного аналізу підтверджено дифузію елементів з основи до поверхневих шарів. Також досліджено зміну зносостійкості на сплаві Т15К6 залежно від проведеного процесу насичення.

Список літератури

1. *Верещака А. С., Третьяков И. П.* Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. *Диффузионные карбидные покрытия / В. Ф. Лоскутов, В. Г. Хижняк, Ю. А. Куницкий, М. В. Киндрачук – К.: Техніка. – 1991. – 168 с.*
3. *Bartsch K., Leonhardt A., Worf E., Schonherr,* Preparation, composition and some properties of codeposited TiB₂-TiC_x-coatings // *Jornal of Materials Science.* – 1991. – №26. – P. 4318 – 4322.
4. *Хижняк В. Г., Помарин Ю. М., Терещенко П. А.* Диффузионное титанирование безвольфрамовых твёрдых

- сплавов ТН20 и КХН15 // Современ. электрометаллургия. – 2006. – №3. – С. 41 – 43.
5. *Хижняк В. Г.* Деякі властивості і характеристики твердих сплавів ВК8 і Т15К6 із двокомпонентними покриттями // Вісн. Нац. техн. ун-ту України «КПІ». Машинобудування. – 1997. – Вип. 32. – С. 221 – 227.
 6. *Дубинин Г. Н.* Диффузионное хромирование сплавов. – М.: Машиностроение, 1964. – 451 с.
 7. *Кузьменко А. Г., Нассер Гасан Ахмед, Вольшский Б. С.* Трибология резания металлов. Ч. 2: Метод обратного вращения шпинделя // Problems of tribology. – 1998. – №2 – С. 38 – 49.
 8. *Долгих В. Ю., Криворучко Д. В.* Исследование влияния покрытий на основе титана на износостойкость твердого сплава ТН20 / Вісн. Сум. держ. ун-ту – 2003. – №2 (48). – С. 44 – 49.

В. Г. Хижняк, А. И. Дегула, М. В. Карпец

Строение и износостойкость покрытий с участием титана и хрома на твердых сплавах ВК8 та Т15К6

Приведены результаты исследований фазового и химического состава, структуры, микротвердости комплексных покрытий на основе карбида титана и карбида хрома на твердых сплавах ВК8 и Т15К6. Показано, что в зависимости от способа диффузного насыщения на поверхности твердых сплавов формируются многослойные карбидные (Cr₂₃C₆, TiC) покрытия. Определена износоустойчивость твердых сплавов без покрытия и после хромирования и хромотитанирования.

V. G. Khizhnyak, A. I. Degula, M. V. Karpec

The structure and wear-resistance of coverages on the basis of titan and chrome on the carboloies of BK8 and T15K6.

In the article there are reduced results of researches of phase and chemical composition, structures, to the microhardness of complex coverages on the basis of carbide of titan and carbide of chrome on the carboloies of BK8 and T15K6. Reveal, that depending on the method of diffuse satiation on the spot carboloies multi-layered carbidic (Cr₂₃C₆, TiC) coverages are formed. Wearing capacity of carboloies is certain without coverage and after chrome-plating and chromotitaning.