

Титанохромування твердого сплаву ВК8 за умов зниженого тиску в середовищі хлору

В.Г. Хижняк, доктор технічних наук, професор

А.І. Дегула

Т.В. Лоскутова, кандидат технічних наук

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Досліджено будову та зносостійкість захисних покриттів за участю титану та хрому на твердому сплаві ВК8. Встановлено, що зносостійкість в умовах тертя ковзання без змащування, після нанесення покриттів, зростає в 6 – 8 разів. Визначено товщину отриманих шарів їх фазовий склад та мікротвердість. Показано можливість отримання комплексних гетерогенних покриттів на твердих сплавах.

Тверді сплави із захисними покриттями були запропоновані для підвищення терміну експлуатації виробів [1 – 3]. Використання покритих інструментів при значно більших за відомі швидкостях різання та подачах приводить до економії інструменту, а також супроводжується зростанням продуктивності праці [1 – 3].

Результати досліджень причин позитивного впливу тонких покриттів на роботоздатність інструменту наведені в багатьох роботах [1 – 5]. Одна з основних причин, це висока твердість, яка для поширених покриттів на основі карбідів, нітридів титану може досягати 30,0 – 40,0 ГПа. Крім того, покриття виконують роль бар'єра який в процесі експлуатації зменшує взаємодію інструменту з матеріалом виробу. Відомі позитивні результати стосуються одно або багатошарових покриттів. Властивості таких покриттів вздовж поверхні залишаються незмінними внаслідок гомогенності окремих шарів. Перспективність багатошарових покриттів на твердих сплавах підтверджена експериментально. За результатами випробувань фірми «Seco» найбільшу зносостійкість показали тверді сплави з покриттям отриманим хімічним осадженням – $Ti(C,N)$, Al_2O_3 , TiN , а найбільшу міцність - з покриттями отриманими фізичним осадженням - $(Ti,Al)N$, TiN [4].

Аналіз літературних джерел [5 – 7] показав перспективність використання захисних багатошарових покриттів з гетерогенною структурою. В такого роду матеріалах поєднуються і підсилюються позитивні властивості окремих фазових складових. При цьому для різних видів зношування (адгезійне, абразивне, дифузійне тощо) залежність властивість – фазовий склад практично не підпорядковується правилу Курнакова, а має виражений екстремальний характер [5, 6, 8].

Інформація щодо методів нанесення та властивостей гетерогенних покриттів на твердих сплавах дифузійною металізацією має обмежений характер [7]. Можна передбачити, що отримані в роботі дані щодо будови та властивостей комплексних покриттів за участю титану та хрому дозволять

Термічна і хіміко-термічна обробка

коректно підійти до розробки нових способів дифузійного насичення твердих сплавів та визначення областей їх використання.

Захисні покриття на поверхню сплаву ВК8 наносили при температурах 1000 – 1050 °С та часу витримки 2 – 4 години в закритому реакційному просторі за умов зниженого тиску з використанням в якості вихідних реагентів порошків хрому, титану, чотирихлористого вуглецю та деревного вугілля [2]. До особливостей процесу слід віднести те, що хромування та наступне титанування відбувалося в одному технологічному циклі, без розгерметизації робочої камери та заміни порошку хрому на порошок титану.

Рентгеноструктурні, металографічні, дюраметричні дослідження були виконані з використанням відомих методів фізичного матеріалознавства. Випробування на зносостійкість виконували за методом «зворотного обертання шпинделя» [9]. Крім того, були проведені порівняльні випробування, відповідно методики описаної в роботах [1, 2].

Результати досліджень фазового складу та деяких характеристик покриттів на твердому сплаві ВК8 наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика покриттів на твердому сплаві ВК8

Вид обробки	Температура, °С, та час насичення, години	Фазовий склад	Період кристалічної ґратки, нм	Товщина, мкм	Мікро - твердість, ГПа
Титанування	1000; 2,0	TiC	0,4322	4,0	38,0
	1050; 3,0	CoTi	-	1,0	-
		TiC	0,4323	5,5	37,5
Хромо - титанування	1000; 3,0	TiC	0,4318	1,5	30,0
		(Me ₂ O ₃ + Cr ₂₃ C ₆)	a=0,4998 c=1,3647	4,0	19,0
			a=1,0639		
	Cr ₇ C ₃	a=0,7007 b=1,2223 c=0,4528	2,0	16,5	
	1050; 3,5	TiC	0,4310	1,5	29,0
		(Me ₂ O ₃ + Cr ₂₃ C ₆)	a=0,4998 c=1,3647	5,5	19,0
			a=1,0639		
Cr ₇ C ₃		a=0,7007 b=1,2223 c=0,4528	2,5	16,0	

Аналіз отриманих даних показав, що фазовий склад покриттів визначається в значній мірі способом реалізації процесу хіміко – термічної обробки і у меншій, температурно – часовими параметрами.

Так при титануванні основною складовою покриття є карбід титану TiC. Разом з тим на зовнішній стороні дифузійної зони спостерігається утворення шару інтерметаліду CoTi незначної товщини. Товщина зони

інтерметалідів при багатьох видах дифузійної металізації може перевищувати товщину шару карбідів [2, 9, 10]. Для запропонованої технології хіміко-термічної обробки частина кобальту, який дифундує з основи до поверхні, зв'язується в інтерметалід CoTi , а інша частина в хлорид кобальту. Останній, за існуючих умов, може конденсуватись в зоні холодильника. Відвід кобальту з основи можна вважати позитивним явищем, в результаті якого зменшується вірогідність утворення під зоною карбідів фаз на основі $\text{Co}_3\text{W}_3\text{C}$, $\text{Co}_6\text{W}_6\text{C}$ тощо.

При хромотитануванні до складу покриття входять карбід титану TiC , карбіди хрому Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 та оксидна фаза Me_2O_3 . Рентгеноструктурним аналізом встановлено, що період кристалічної ґратки покриття TiC , отриманого методом хромотитанування виявився меншим за період TiC після титанування, що зумовлено скоріш за все різним хімічним складом карбідів (табл.1).

Мікроструктура титанованого шару представлена на рис.1, а хромотитанованого рис.2.

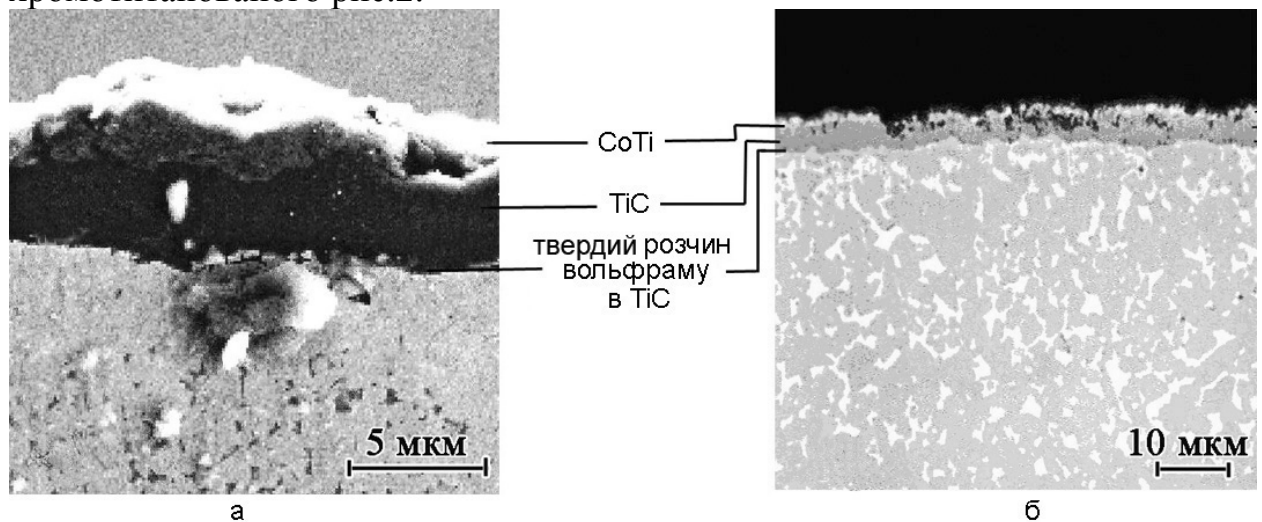


Рис. 1. Мікроструктура твердого сплаву ВК8 після дифузійного титанування. а – злам, б – мікрошліф.

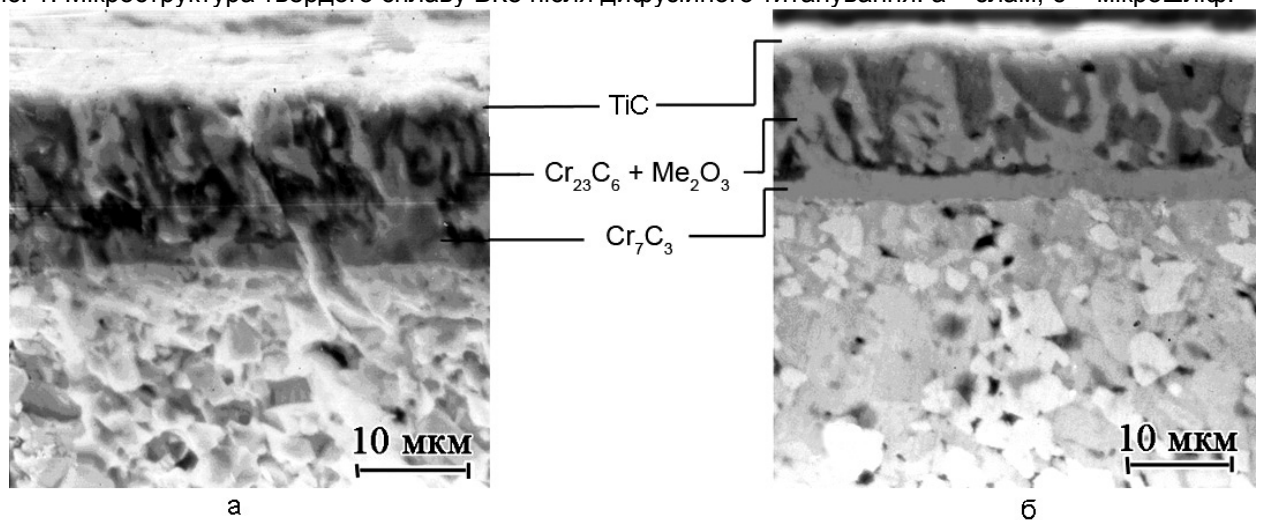


Рис. 2. Мікроструктура твердого сплаву ВК8 після дифузійного хромотитанування. а – злам, б – мікрошліф.

Покриття виявляється в вигляді світлої зони із чіткою границею розділу з основою. Безпосередньо в хромотитанованому покритті можна виділити два гомогенних шару. На зовнішній стороні – TiC , на внутрішній –

Cr_7C_3 , та третій – гетерогенний. В останньому за результатами рентгеноструктурного аналізу, світлі зерна відповідають карбїду Cr_{23}C_6 , а темні – оксиду Me_2O_3 . Оксиди здебільшого орієнтовані нормально до поверхні. В гетерогенній зоні можна розрізнити окремі стовбчасті зерна карбїдів Cr_{23}C_6 та оксидів Me_2O_3 . Злам в зоні Cr_{23}C_6 має транскристалітний характер.

В карбїдних покриттях, отриманих відомими методами [2], кисень та азот практично відсутні. Особливості запропонованої авторами технології хромотитанування приводять до збільшення в реакційному просторі вмісту кисню на етапі переходу від хромування до титанування. Такого роду гетерогенна багатошарова структура на твердому сплаві методами дифузійної металізації отримана вперше.

Найбільшу мікротвердість серед досліджених в роботі покриттів мають шари на основі карбїду TiC . Причому твердість їх після хромотитанування, яка складає 30,0 – 29,0 ГПа поступається твердості після титанування – 38,0 ГПа. Твердість хромотитанованого покриття, на відміну від титанованого, зменшується поступово від поверхні (37,0 ГПа) до гетерогенної зони (19,0 ГПа) та до примикаючої до основи зони (16,0 ГПа), що можна вважати позитивним явищем.

Випробування зносостійкості проводили за методикою [9].

Залежність розмірів фаски зношування від контактного навантаження для вихідного сплаву та сплавів з покриттям має пропорційний характер (рис. 3).

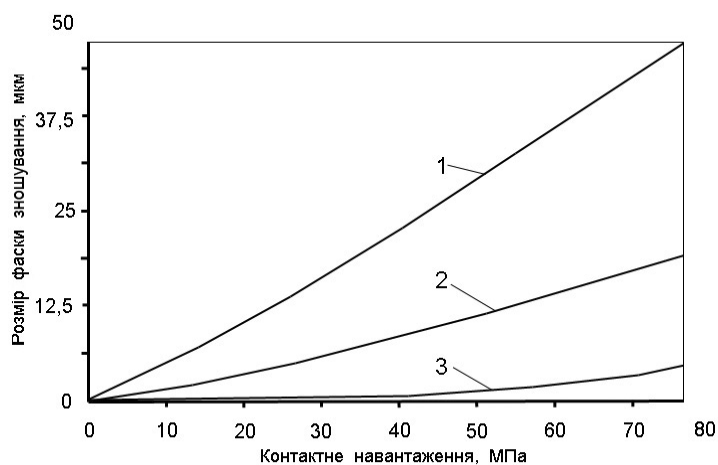


Рис. 3. Зносостійкість в умовах тертя ковзання без змащування. 1- VK8 без покриття, 2- VK8 титанування, 3- VK8 хромотитанування.

за коефіцієнтом збільшення стійкості, що дорівнює відношенню часу стійкості пластин з покриттями до часу стійкості без покриттів [1, 2]. Випробування проводили при повздовжньому різанні заготовок із сталей різних марок (табл.2). За період стійкості обирали час до утворення лунки зносу по заданій поверхні 0,7мм.

Встановлено, що стійкість пластин зі сплаву VK8 з покриттями в 8 разів більша, ніж у пластин без покриттів. Загалом позитивний ефект при різанні більший при хромотитануванні, ніж при титануванні, в першу чергу завдяки наявності зони з гетерогенною структурою.

Встановлено, що захисні покриття покращують зносостійкість твердого сплаву VK8 у 2,6 разів при титануванні і в 8 разів при хромотитануванні.

Проведені стійкісні випробування багатограних непереточуваних твердо-сплавних пластин з механічним кріпленням без покриттів та з покриттями.

Різучі властивості твердо-сплавних пластин визначали

Термічна і хіміко-термічна обробка

Таблиця 2

Вплив захисних покриттів на стійкість ріжучих пластин зі сплаву ВК8 при точінні

Вид ХТО, температура, °С, час обробки, год	Оброблюваний матеріал	Режим різання			Коефіцієнт збільшення стійкості
		Швидкість V, м/с	Подача S, мм/об	Глибина t, мм	
Титанування 1050; 2,0	Сталь У8А	1,73	0,434	1,0	2,6
	12Х18Н10Т	2,5	0,434	1,0	1,5
	06Х28МДТ	8,0	1,277	1,5	4,5
	40Х13	2,5	0,434	1,0	2,0
	Мідь М1	3,30	0,045	1,0	1,5
Хромо - титанування 1050; 4,0	Сталь У8А	1,73	0,434	1,0	4,9
	12Х18Н10Т	2,5	0,434	1,0	2,5
	06Х28МДТ	8,0	1,277	1,5	5,0
	40Х13	2,5	0,434	1,0	2,5
	Мідь М1	3,30	0,045	1,0	2,5

Висновки Показана можливість отримання методом дифузійної металізації в закритому реакційному просторі хромтитанованих багатшарових гетерогенних покриттів за участю карбідів TiC , Cr_7C_3 , $Cr_{23}C_6$ та оксиду Me_2O_3 .

Зносостійкість в умовах тертя ковзання без змащування твердого сплаву з покриттями вища за зносостійкість вихідного у 6 – 8 разів.

Захисні покриття підвищили стійкість багатгранних твердосплавних пластин з механічним кріпленням в умовах повздовжнього різання у порівнянні з вихідними в 1,5 – 5 разів.

Література

1. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. – 192с.
2. Лоскутов В. Ф., Хижняк В. Г., Куницкий Ю. А. Диффузионные карбидные покрытия. – К.: Техника, 1991. – 168 с.
3. Bartsch K., Leonhardt A., Wolf E. // Journal of Materials Science. – 1991. – 26. – P. 18 – 22.
4. Подборка каталога SECO 2005. Seco Tools AB.2005. – 249 p.
5. Кіндрачук М.В., Яхоя М.С., Скалига М.М. // Проблеми тертя та зношування. – Київ: НАУ, 2007. – Вип.47 – С.19 – 26
6. Torgance A.A. // Wear. – 2005. – 281 – 293 p.
7. Дегула А.І., Курило Н.А., Хижняк В.Г. // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник: – Луцьк. – 2007. – 20. С. 130 – 134.
8. Костецький Б.И. Сопротивление изнашиванию деталей машин. –М.:Машгиз, 1959. – 478 с.
9. Долгих В.Ю., Криворучко Д.В. // Вісник Сумського державного університету. – 2003. №2(48) С. 44 – 49
10. Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сплавов. – М.: Машиностроение, 1964. – 451 с.
11. Хижняк В.Г., Помарин Ю.М., Терещенко П.А. // Современная электрометаллургия. – 2006. – 3. – С.41 – 43

В.Г. Хижняк, А.И. Дегула, Т.В. Лоскутова
Титанохромирование твердого сплава ВК8 при условиях сниженного давления в среде хлора

Резюме

Исследовано строение, износостойкость защитных покрытий при участии титана и хрома на твердом сплаве ВК8. Установлено, что износостойкость в условиях трения скольжения без смазки, после нанесения покрытий, возрастает в 6-8 раз. Определено толщину полученных слоев их фазовый состав и микротвердость. Показана возможность получения комплексных гетерогенных покрытий на твердых сплавах.

V.G. Khizhnyak, A.I. Degula, N.V. Loskutova
Titanocroming of carboloy of BK8 on conditions of mionectic pressure in the environment of chlorine

Summary

A structure is investigational, wearproofness of sheeting with participation of titan and chrome on the carboloy of BK8. It is set that wearproofness in the conditions of friction of sliding without greasing, after overcoating, increases in 6-8 times. The thickness of the got layers is certain their phase composition and microhardness. Possibility of receipt of complex geterogen coverages is rotined on carboloies.