

Петергеріна К.І., Майстренко Е.В., *наук. кер. Бобін А.Б., к.т.н., доц.,
Бобіна М.М., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: katyapetergerina@gmail.com.

БАГАТОШАРОВІ ПОКРИТТЯ ЗА УЧАСТЮ СПОЛУК ТИТАНУ НА ТВЕРДИХ СПЛАВАХ

Вимоги до сучасних різальних інструментів з твердих сплавів, які працюють в жорстких умовах високих виробничих швидкостей включають хороший опір зносу, високу тріщиностійкість, хімічну стабільність при високих температурах і достатньо високу напругу плинності. Викладеним властивостям відповідають композиції покриття – твердий сплав [1-3]. Відомий досвід використання в якості покриттів карбіду та нітриду титану, оксиду алюмінію, що дозволило підвищити стійкість багатогранних непереточуваних пластин зі сплавів ВК і ТК в кілька разів [1, 4].

Оксид алюмінію, шар якого розташований на зовнішній стороні покриття і який за твердістю значно поступається карбіду і нітриду титану, суттєво зменшує адгезію інструменту до виробу, збільшує жаростійкість композиції і таким чином збільшує зносостійкість твердого сплаву [1, 4].

Відомо, що при різних варіантах чергування в покритті шарів TiC , NiN , Al_2O_3 можлива реалізація тих чи інших критеріїв, яким відповідає запропонована композиція: коефіцієнт тертя, розмір зерен тощо.

Очевидно, що можливість отримання тих чи інших композицій покриття-основа з необхідною структурою, складом обмежена в першу чергу технологічними особливостями методів обробки.

Кисень – це одна з розповсюджених домішок фаз проникнення, яка сприяє утворенню зверхстехіометричних сполук, а також впливає на властивості фаз проникнення.

Певний інтерес як матеріал для захисних покриттів мають оксиди, оксикарбонітриди перехідних металів IV-VI груп періодичної системи [5,6].

Доцільність утворення на поверхні інструментів оксидних сполук титану була показана в роботі [5]. При різанні на поверхні покриття TiC утворюється тонкі шари TiO та TiO_2 , які мають захисні властивості та ізолюють інструмент від оброблюваного металу. Хорошому зчепленню оксидних плівок з інструментом сприяє утворення твердого розчину $TiC - TiO$, в якому кількість кисню до поверхні збільшується [9].

Метою роботи є розробка методів нанесення на поверхню твердих сплавів комплексних оксидних та оксикарбонітридних покриттів за участю титану дослідження їх структури, складу та властивостей, встановлення експлуатаційних характеристик інструментів після хіміко-термічної обробки.

Захисні покриття на поверхню стандартних сплавів ВК8 і Т15К6 наносили при температурі 1050°C і часі витримки 2 години в закритому реакційному, просторі за умов зниженого тиску з використанням в якості вихідних реагентів порошку титану, деревного вугілля, чотирехлористого вуглецю і азоту [2].

В залежності від технологічних особливостей процесів можна виділити процес титанування, який проводили відомим методом [2], а також титанооксидування та титаноазотування. Металографічні, рентгеноструктурні, мікрорентгеноспектральні, дюрOMETричні дослідження, проводили відомими методами фізичного матеріалознавства.

Результати досліджень фазового складу і деяких властивостей твердих сплавів з покриттями наведені в таблиці. Аналіз отриманих даних показав, що фазовий склад покриттів визначається в значній мірі видом хіміко-термічної обробки і в меншій – маркою твердого сплаву. Пошаровим рентгеноструктурним аналізом встановлено, що безпосередньо до основи незалежно від виду запропонованої хіміко-термічної обробки примикає шар карбіду TiC товщиною 3...5 мкм.

Слід зазначити, що періоди кристалічної ґратки шарів TiC отриманих за різною технологією відрізняються, що зумовлено скоріше за все присутністю в їх складах відповідно різної кількості вуглецю, азоту або кисню. Шару фази Co_3W_3C не виявлений, що умовлено участю не тільки вуглецю основи, але і вуглецю реакційного середовища в формуванні покриття карбіду титану.

Макроаналіз твердих сплавів після хіміко-термічної обробки показав наступне:

- Титанування супроводжується в більшості випадків утворенням покриттів темного кольору.
- Титанооксидні шари з поверхні світлі, матові з металевим блиском.
- Нітрид титану, який утворюється на твердих сплавах після титаноазотування, характеризується золотистим кольором ближче до жовтого.
- Відшарувань, тріщин в покриттях не спостерігали.

Досліджені в роботі покриття виявляються на поперекових мікрошліфах в вигляді світлих зон з чітко вираженою границею розділу покриття-основа. При цьому в титанооксидованих шарах зона на основі TiC виявляється світлішою за зону оксидів титану. Положення границі карбід-оксиди підтверджено рентгеноструктурним та лазерним маспектроскопічним методами. Слід відзначити, що на титаноазотованих зразках границя $TiC-TiN$ проявляється і на нетравлених шарах. При цьому TiC має звичайно білий колір, а TiN – як вже зазначали, жовтий.

Для отриманих в роботі покриттів характерний один вид зламу – крихкий міжкристалічний (рис.1). При цьому кожний вид покриття має свої особливості будови. Так покриття карбіду TiC складаються з рівновісних зерен, розмір яких не перевершує 0,1-0,3 мкм. Слід зазначити, що форма та розміри зерен

практично не змінюються по товщині покриття, що слід вважати позитивним явищем. Відомо, що саме рівновісна форма кристалітів забезпечують найбільш високі механічні та експлуатаційні властивості.

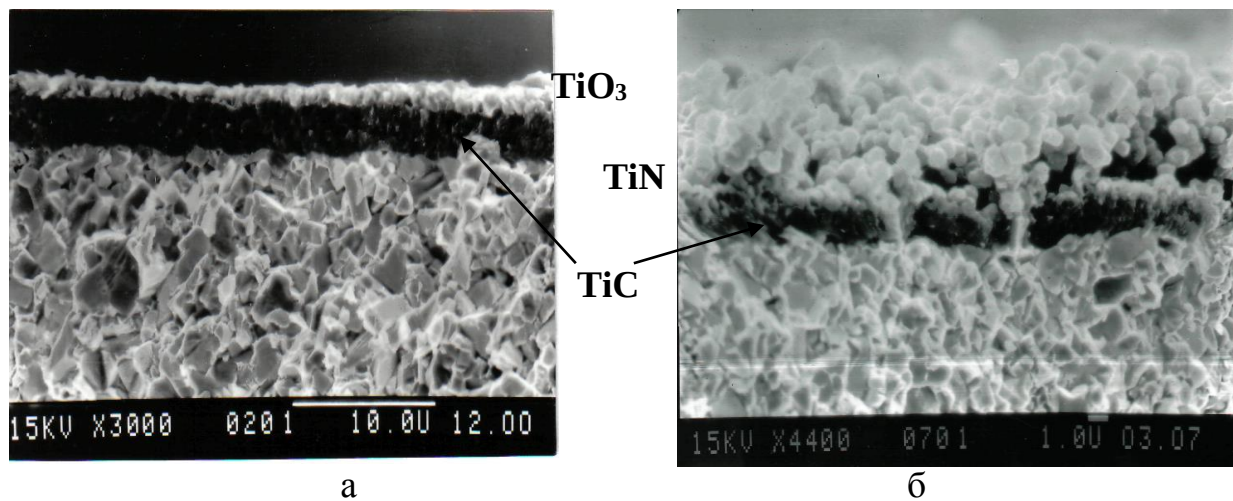


Рис. 1. Мікроструктури зламу сплаву ВК8 після титанооксидування (а) та титаноазотування (б)

Результати досліджень фазового складу та деяких характеристик покриттів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Фазовий склад і властивості покриттів за участю титану на сплавах ВК8 и Т15К6

Вид обробки	Марка сплаву	Фазовий склад	Період крист. ґратки	Товщина, мкм	Мікротвердість, ГПа
Титанування	ВК8	TiC	0,4323	6,0	37,5
	T15K6	TiC	0,4324	4,0	37,0
Титано-оксидування	ВК8	TiC	0,4318	4,5	39,5
		Ti ₃ O, Me ₂ TiO ₄	-	2,0	28,5
Титано-азотування	ВК8	TiC	0,4321	5,5	37,0
		TiN	0,4235	2,5	20,2
	T15K6	TiN	0,4320	4,0	36,5
		TiN	0,4330	2,0	20,0

Проведені в роботі дослідження показали доцільність використання титанування, титанооксидування, титаноазотування багатогранних непереточуваних твердосплавних пластин з метою підвищення їх стійкості при фрезеруванні та точінні (таблиця 2).

Таблиця 2. Вплив захисних покриттів на стійкість твердосплавних пластин при точінні та фрезеруванні.

Матеріал, що оброблю- ється	Твердий сплав	Режим різання			Тип по- криття	Коеф. підви- щення. стійко- сті
		Швид- кість, м/с	Пода- ча, мм/об	Гли- бина, мм		
ТОЧІННЯ						
Сталь20	T15K6	3,0	0,036	1,0	TiC	1,2
					TiC, TiN	1,8
					TiC, Ti ₃ O	1,9
Сталь У8А	BK8	1,73	0,434	1,5	TiC	8,5
					TiC, TiN	8,6
					TiC, Ti ₃ O	8,7
Сталь40X	T15K6	1,58	0,75	1,5	TiC	3,0
					TiC, TiN	3,2
					TiC, Ti ₃ O	3,5
ФРЕЗЕРУВАННЯ						
Чавун C4120-28 (по корці)	BK8	4,167	0,12	6,0	TiC	1,5
					TiC, TiN	2,8
					TiC, Ti ₃ O	3,3

Можливе нанесення на поверхню твердих сплавів BK8 і T15K6 комплексних покриттів за участю титану, азоту и кисню. В залежності від методу обробки на поверхні твердих сплавів шари на основі карбіду титану TiC, карбіду і нітриду титану – TiC і TiN, карбіду і оксиду титану – TiC, Ti₃O. Стійкість багатограних твердосплавних непереточуваних пластин з механічним кріпленням з захисними покриттями при обробці точінням та фрезеруванням сталей 20, У8А, 40Х та чавуну СЧ12-28 по корці збільшилася в 1,1-15,0 разів в порівнянні з вихідними. Результати роботи будуть використані для розробки нових способів нанесення на тверді сплави та сталі високоякісних комплексних покриттів нового покоління з високим рівнем експлуатаційних властивостей.

Список використаних джерел

1. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение. 1986. –192 с.
2. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Куницкий Ю.А., Киндрачук М.В. Диффузионные карбидные покрытия. –К.: Техника. – 1991. –168 с.
3. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справ.–М.: Металлургия. 1981.–424с.
4. Bhat D.G., Woerner P.F. Coatings for Cutting Tooies. Journal of Metals. V38. 1986. P.68-69
5. Гольдшмидт Х.Дж. Сплавы внедрения. –М.: Мир. 1971. – 424 с.
6. Самсонов Г.В., Упадхья Г.Ш., Нешпор В.С. Физическое материаловедение карбидов. – Киев: Наукова думка. – 456 с.