

ТИТАНОАЛІТУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬО АЗОТОВАНОЇ СТАЛІ ШХ15

В.Г. Хижняк, М.В. Аршук, Д.В. Лесечко, Т.В. Лоскутова

*Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”*

Властивості та характеристики поверхні деталей машин та інструментів після дифузійного насичення залежать значною мірою від концентрації та розподілу насичуючих елементів, елементів основи в покритті та перехідній зоні. Останнє залежить від особливостей технологічних прийомів обробки та закономірностей дифузії [1, 2]. Наприклад, при дифузійній металізації перехідними металами IV – VI груп Періодичної системи залежно від вмісту вуглецю в оброблюваних сплавах можливе утворення покриттів на основі карбідів, інтерметалідів, відповідних твердих розчинів або багат шарових покриттів за участю цих сполук [1, 3 – 6].

Сполуки перехідних металів IV – VI груп Періодичної системи (карбід титану TiC, нітрид титану TiN, борид титану TiB₂ тощо) використовують як моно- та багат шарові покриття на сталях та твердих сплавах. Композиції покриття – сталь, покриття – твердий сплав поєднують високу твердість та хімічну стабільність, корозійну та зносостійкість, низький коефіцієнт тертя покриттів із в'язкістю основи. Сьогодні практично використовують карбід титану TiC, нітрид титану TiN та оксид алюмінію Al₂O₃ [4, 5], які утворюють на виробих багат шарові покриття з певним розташуванням окремих фазових складових.

Комплексні титаноалітовані покриття наносили в закритому реакційному просторі за умов зниженого тиску [2]. Як вихідні реагенти використовували порошки титану та алюмінію, деревне вугілля, чотиріхлористий вуглець. Дифузійну металізацію виконували при температурі 1050 °C протягом 2–4 годин. Насичення азотом відбувалося при температурі 560 °C протягом 16 годин в атмосфері аміаку з рівнем дисоціації 40–45 %.

Процес комплексного насичення азотом та металами складався з двох послідовних етапів: азотування та титаноалітування.

Рентгеноструктурним аналізом показана наявність в комплексних покриттях двох фаз проникнення за участю титану (табл. 1). Одна з них – це нітрид титану TiN, шар який розташований на внутрішній стороні покриття і примикає до перліту основи. Відмінність параметрів кристалічних ґраток нітриду титану TiN в покриттях, отриманих різними методами, визначається іншим вмістом азоту, а також розчиненням в покритті елементів основи (залізо, хром) та насичуючого металу (алюміній) [5, 6]. Крім того, в покриття може потрапити кисень з повітря, або кисень з азотованого шару сталі ШХ15. Відомо [1], що в процесі азотування в середовищі аміаку в покритті може розчинятися значна кількість кисню.

Зазначимо, що в комплексному покритті на титаноалітованій попередньо азотованій сталі ШХ15 під шаром нітриду TiN відсутні сполуки за участю алюмінію. Над шаром TiC встановлено наявність зони інтерметалідів.

Відповідно до результатів мікрорентгеноспектрального аналізу вміст алюмінію в центральних зонах шару TiN досягає 4,0–5,0 %, а шару TiC не перевищує 0,1–0,2 %. Вміст заліза на зовнішньому боці дифузійної зони сталі ШХ15 становить 15,5 % Крім того, у покриттях наявний ще один елемент основного сплаву – хром. Концентрація останнього в досліджених покриттях не перевищує 0,8–1,0 %.

Аналіз результатів вимірювання мікротвердості показав, що серед отриманих в роботі покриттів максимальну мікротвердість мають шари на основі карбиду титану TiC та нітриду титану TiN. Водночас мікротвердість нітриду титану TiN у покриттях виявилась істотно вищою, ніж сполуки TiN, одержаної іншими методами [1, 3]. Причиною цього може бути розчинність в покритті на основі нітриду TiN вуглецю та алюмінію в кількості відповідно 2,5 та 4,5 %.

Фазовий та хімічний склади, властивості покриттів на сталі ШХ15

Вид обробки, температура, °С, та час насичення, год	Фазовий склад покриття	Періоди кристалічної ґратки, нм	Товщина, мкм	Мікротврдість, ГПа	Хімічний склад		
					Ti	Al	Fe
Азотування* 540; 21	Fe ₂₋₃ N	a=0,4798 c=0,4419	10,0	3,5	–	–	–
	Fe ₄ N	–	11,0	10,0	–	–	–
Титаноалітування 1050; 3,0	інтерметалід	–	9,0	14,0	26,0	32,5	40,0
	TiC	a=0,4301	22,5	30,5	49,0	0,5	0,1
	Fe _a (Al)	a=0,2871	10,5	3,0–3,5	0,1	14,5	83,0
Азотування з подальшим титаноалітуванням 1050; 3,0	інтерметалід	–	9,0	17,0	52,0	22,0	15,5
	TiN	a=0,4229	6,5	32,0	47,0	4,0–5,0	1,0
	TiC	a=0,4320	5,0	35,5	48,5	0,1–0,2	0,6

* На зовнішній стороні наявний оксид Fe₂O₃.

Отже, можна вважати, що всі досліджені в роботі титаноалітовані та азототитаноалітовані покриття мають такі властивості та характеристики, які дають змогу прогнозувати їх високу зносостійкість, жаростійкість та корозійну стійкість.

Література

1. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник / Г.В. Борисенко, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин и др. – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.
2. Криштал М.А., Волков А.И. Многокомпонентная диффузия в металлах. – М.: Металлургия, 1985. – 176 с.
3. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Куницкий Ю.А. Диффузионные карбидные покрытия. – К.: Техника, 1991. – 168 с.
4. Bhot G., Woerner P. Coatings for Cutting Tools // Applied technology. 1986, v. 38. P. 68–69.
5. Андриевский Р.А. Синтез и свойства пленок фаз внедрения // Успехи химии, 1997. – № 66. – С. 57–77.
6. Хижняк В.Г., Король В.И. Состав и некоторые свойства карбидных покрытий на стали ХВГ // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2002. – № 9. – С. 67–68.