

УДК 621.785

С.Р. Рентюк, О.Т.Сердітов, Ю.В. Ключников

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Властивості карбідних покриттів на сталях

Газове титанування інструментальних сталей можна проводити в замкнутому об'ємі при зниженому тиску шляхом транспортних обмінних реакцій з використанням титанової губки та $TiCl_4$ або CCl_4 . Швидкість створення покриття при використанні CCl_4 вища, ніж при використанні $TiCl_4$ і складає 5-30 мкм/год при температурі 1000-1100°C в залежності від складу підкладинки.

Мікротвердість карбіду титану є в межах 1800-4500 кг/мм² [1]. Така розбіжність в значеннях мікротвердості може бути пояснена як великою областю гомогенності у карбіду титана, так и різницею в глибині шару, технологією його отримання та величиною навантаження при визначенні мікротвердості. Мікротвердість визначали на приладі ПМТ-3 при навантаженні 50, 100 та 200 г на шарах різної товщини, отриманих на сталі У13. Титанування виконували при $t = 1000^\circ C$ із різними витримками. При невеликих товщинах покриття, як і слідувало очікувати, мікротвердість покриттів залежить від навантаження, а при товщинні понад 15 мкм не залежить від неї (рис.1). Застосування навантажень менше 50 г практично не дозволяє виміряти мікротвердість карбіду титана через надзвичайно малі розміри відбитків алмазної піраміди та у зв'язку з цим - великою похибкою вимірювань. З рис. 1 також видно що при збільшенні товщини шару значення поверхневої мікротвердості зменшуються. Проте при послідовному шліфуванні шару товщиною 30 мкм, його твердість поступово зростає від 3200 до 4000 кг/мм² на деякій відстані від поверхні. Проведений мікрорентгено-спектральний аналіз показав, що вміст вуглецю в покритті з карбіду титана неоднаковий по товщинні покриття та залежить, при прийнятих умовах отримання покриття, від його товщини (рис.2). На поверхні покриття з карбіду титана, отриманого титануванням високовуглецевої сталі, вміст вуглецю відповідає складу $TiC_{0,6}$. По мірі збільшення відстані від поверхні склад карбіду змінюється та сягає $TiC_{0,9}$ при товщинні покриття 20 мкм та $TiC_{0,75}$ при товщинні покриття 30 мкм.

Зменшення середнього змісту вуглецю в карбіді титану при збільшенні товщини покриття свідчить про те, що швидкість підведення титану з газової фази більше швидкості дифузії вуглецю із підкладки в карбід титану.

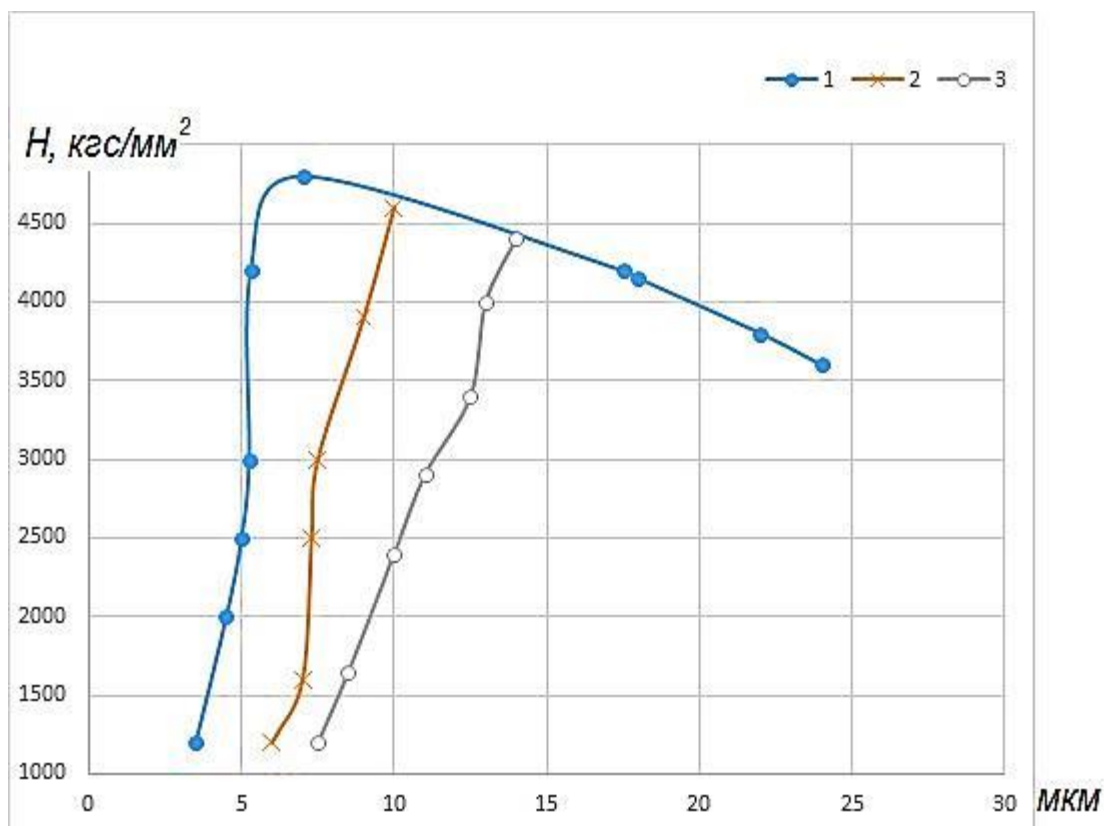


Рис.1 Вплив товщини шару карбіду титану на його поверхневу мікротвердість при навантаженні: 1-50 г, 2-100 г, 3-200 г

Порівняння цих даних з отриманими в [3] показує, що розподіл вуглецю принципово відрізняється в карбідних покриттях, отриманих осадженням з газової суміші TiCl_4 , H_2 та CH_4 і в покриттях, отриманих титануванням високо вуглецевої сталі в середовищі хлоридів титану.

Окалиностійкість карбіду титану представляє практичний інтерес при виборі нагрівальних середовищ під гартування сталевих виробів з покриттям із карбіду титану. По даним праць [3,4], температура початку окислення карбіду титану визначалася після нагріву в повітряній атмосфері зразків із сталі У13 з покриттям з карбіду титану товщиною 25 мкм. Швидкість окислення визначалася по товщині окисленого шару карбідного покриття при витримці 1 год і різних температурах за приростом. Товщина окисленого шару визначалася

металографічно на косому шліфі (кут 2°). Результати виконаних експериментів приведені в табл. 1.

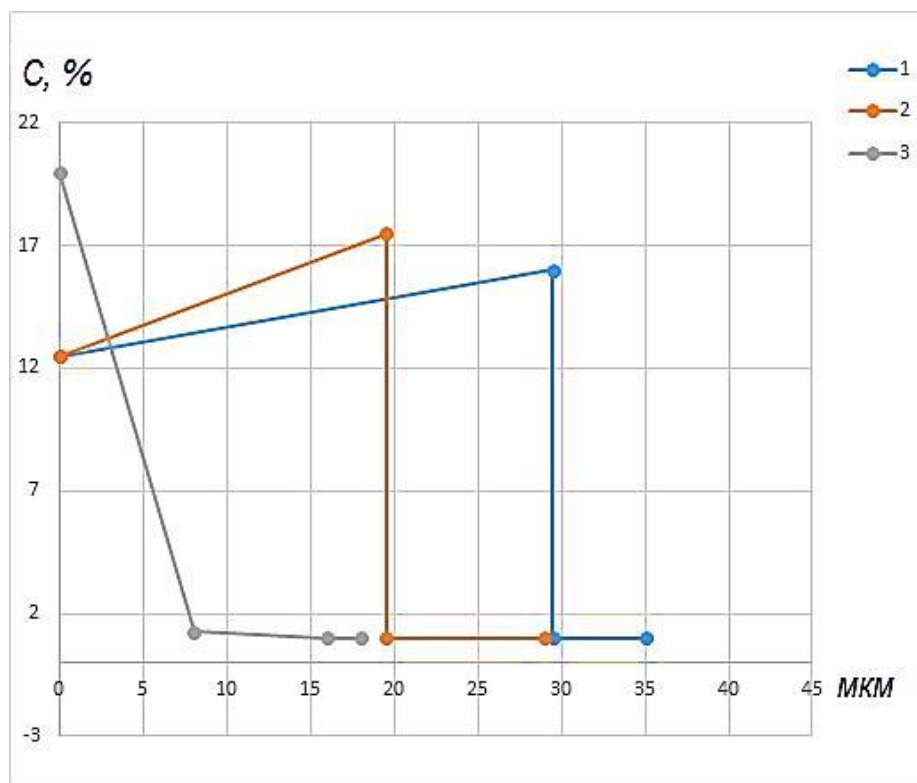


Рис.2 Розподіл вуглецю по товщині покриття з карбіду титана на сталі ШХ15 (данні з мікрорентгено-спектрального аналізу): 1 - титанування $t = 1000^\circ\text{C}$, $\tau = 3$ год.; 2 - титанування $t = 1000^\circ\text{C}$, $\tau = 1,5$ год.; 3 - осадження карбіду титана на сталь Х12 (за даними праці [2])

Таблиця 1

Швидкість окислення покриття з карбіду титана на сталі У13

$t, ^\circ\text{C}$	Швидкість окислення, мкм/год	Приріст, мг/см \times год
400	0	0
700	2	0
780	6	0,07
800	10	0,31
850	16	1,1
900	Покриття товщиною 25 мкм	2,6
1000	Повністю окислилося	

Аналіз показує можливість нагріву у печі під гартування виробів із високовуглецевої сталі з покриттям із карбїду титану, якщо температура гартування не перевищує 800°C. Якщо температура гартування вище 800°C то більша частина карбїдного покриття буде при нагріві окислюватися. Нагрів покриття з карбїду титана під гартування в розплаві хлористих солей не можливо виконати оскільки покриття зруйнується хлором.

Висновки

Результати лабораторних випробувань підтвердили високу зносостійкість інструменту з покриттям з карбїду титана. Так стійкість деталі із сталі X12M з покриттям із карбїду титана виявилась в 1,3-1,7 разів більше, ніж стійкість деталі із тієї самої сталі але з хромованою робочою поверхнею. Стійкість титанованих експериментальних фільтер із сталі X12M виявилися на 40% вище чим серійних фільтер із металокерамічного твердого сплаву BK8.

Список використаних джерел

1. Кір'янова К. О., Скляр А.В., Сердітов О.Т., к.т.н., доц., Ключников Ю.В. Фізико-хімічні та механічні властивості сталей з карбїдними покриттями // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів «Інновації молоді-машинобудуванню 2018», секція «Лазерна техніка та процеси фізико-технічних технологій». -К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.
2. Степанова Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие// Ивановский государственный химико-технологический ун-т,- Иванова 2009. 64 с.
3. Азаренков Н.А., Литовченко С.В., Неклюдов И.М., Стоев П.И. Коррозия и защита металлов. Часть 1. Химическая коррозия металлов: учебное пособие// Харьков: ХНУ, 2007. 187 с.
4. Пантелеенко Ф.И., Сталин А.М., Маркова Л.В., Саранцев В.В., Бажин П.М., Азаренко Е.Л. Нанесение карбидных покрытий на режущий инструмент с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и электроискрового легирования // Упрочняющие технологии и покрытия. 2018. № 2. С. 24-28.