

Міністерство освіти і науки України  
Національна металургійна академія України / НМетАУ /  
Технічний університет - ТУ Варна  
Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ /ІнІФН/  
Дніпровський освітній центр  
Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-  
економічного університету

---

Ministry of Education and Sciences of Ukraine  
National Metallurgical Academy of Ukraine /NMetAU/  
National Academy of Sciences of Ukraine  
Technical University – Varna  
Institute of Integrated Education /InIE/  
Dnipropetrovsk Education Center  
Kharkiv Trade and Economics Institute of Kyiv National University of Trade and Economics

*VIII Міжнародна конференція молодих вчених*

**«МОЛОДІ ВЧЕНІ 2017- ВІД ТЕОРІЇ ДО  
ПРАКТИКИ»**

17 лютого 2017 р., м. Дніпро, Україна

**М А Т Е Р І А Л И**

*VIII International Conference of Young Scientists*

**«Young Scientists 2017- from theory to practice»**

February 17 2017, Dnipro, Ukraine

**PROCEEDINGS**

Дніпро  
2017

**УДК 378.14**  
**ББК 74.58**  
**М34**

**Схвалено Вченою радою Інституту інтегрованих форм навчання НМетАУ,  
Вченою радою технічного університету – Варна  
і редакційною радою конференції**

**Укладачі: Т.С. Хохлова, В.О. Хохлов, Т.В. Кімстач**

Сборник матеріалів VIII Міжнародній конференції молодих вчених «Молоді вчені 2017- від теорії до практики» (17 лютого 2017 р., Дніпро, Україна) виданий в одному томі. До збірки увійшли 61 доповідь (статті, тези), що надійшли до оргкомітету та прийняті до опублікування.

Proceeding of VIII International Conference of Young Scientists «Young Scientists 2017- from theory to practice» (February 17 2017, Dnipro, Ukraine) is printed in one volumes. This volume included 61 reports (articles, theses) sent to organizing committee and accepted for publication.

**Верстка збірника здійснена з оригіналів,  
наданих авторами в електронному вигляді.**

**Тексти доповідей / статей, тез/ і їх назви в змісті відтворені на мові оригіналу,  
в редакції, наданій авторами.**

**Відповідальність за зміст доповідей, а також якість ілюстрацій, виконаних  
з відхиленнями від вимог, несуть автори доповідей.**

**ISBN 978-966-2752-71-7**

©НМетАУ, 2017

© ІнІФН, 2017

© ТУ-Варна, 2017

© Хохлова Т.С., Хохлов В.О.

Кімстач Т.В., упорядкування, 2017

## ЗБІЛЬШЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТУ СУЧАСНИМ МЕТОДОМ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

*Студент М. Р. Чернякова*

*Керівник - доц., канд. техн. наук Н. А. Харченко<sup>1</sup>*

*проф., докт. техн. наук В. Г. Хиженяк<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

<sup>2</sup>*Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ, Україна*

### **Вступ**

Впродовж останніх 30 років для захисту деталей машин, інструменту та оснастки від зношування в умовах тертя ковзання без змащування, кавітації та при підвищених температурах широко застосовують покриття на основі тугоплавких сполук.

До відомих захисних покриттів можна віднести одно- та багатошарові покриття на основі карбідів і нітридів титану – TiC, TiN та оксиду алюмінію Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Практичну доцільність показали покриття нанесені на тверді сплави методами фізичного та хімічного осадження з газової фази, а також методами хіміко-термічної обробки [1].

В той же час існує певний інтерес щодо одержання та використання конструкційних та інструментальних сталей з покриттями. Найбільш актуальним є вирішення проблем підвищення твердості, зносостійкості та адгезії покриття з основою.

### **Мета**

Актуальність розробки нових технологічних методів одержання комплексних багатошарових карбідних і карбонітридних покриттів на сталях та твердих сплавах очевидна. Покриття за участю титану, вуглецю та азоту, отримані методами хіміко-термічної обробки, дозволяють підвищити експлуатаційні характеристики інструменту.

Метою роботи є модифікування поверхневих шарів твердих сплавів карбідами та нітридами тугоплавких перехідних металів IV-VI груп періодичної системи та дослідження їх фазового складу, структури і властивостей. Результати роботи дозволять коректно підійти до вибору раціонального типу покриття для конкретних умов експлуатації.

### **Методика експерименту**

Титанування та азототитанування проводили в герметичній камері за умов зниженого тиску при температурі 1050 °C на протязі 4 годин. З метою утворення комплексного покриття карбід - нітрид титану перед процесом титанування зразки підлягали азотуванню, яке проводили в шахтній печі при температурі 540 °C на протязі 36 годин в атмосфері аміаку при рівні дисоціації 47-55 %.

В якості об'єктів дослідження були вибрані тверді сплави BK8 та T5K10. Як вихідні реагенти використовували порошок титану, деревне вугілля та чотирихлористий вуглець [2].

Отримані покриття досліджували відомими методами фізичного матеріалознавства.

Рентгеноструктурним аналізом встановлено, що при титануванні утворюється карбідна фаза TiC. Після процесу азототитанування покриття містять дві фазові складові TiC і TiN (табл. 1).

Порівняльний аналіз покриттів отриманих за цією технологією на сталях [3] з покриттями на твердих сплавах показав, що товщина карбідного шару на твердих сплавах майже в 2 рази менше, ніж на сталях і становить 4,0-5,0 мкм. Товщина нітридного шару відрізняється незначно і становить 2,0-2,5 мкм (табл. 1).

Формування на поверхні нітридної складової говорить про розчинення азоту при азотуванні в кобальтовій зв'язці. Джерелами вуглецю карбідної складової є вуглець

речовин, що вводяться в простір під час насичення (чотирихлористий вуглець, деревне вугілля); вільний вуглець, який присутній в сплавах у вигляді графіту; вуглець, який одержуємо в результаті дифузійного розчинення WC. Карбід вольфраму нестійкий при підвищених температурах у присутності сильних карбідоутворюючих елементів. Випробування оброблених твёрдосплавних пластин (табл.2) показали збільшення їх стійкості, в порівнянні з необробленими, в 1,5 – 4,7 разів.

**Таблиця 1 – Характеристика захисних покриттів на сплавах BK8 та T5K10 після дифузійної металізації**

| Матеріал | Процес            | Фазовий склад покриттів | Період ґратки, нм |   |   | Товщина мкм | Мікро-твердість ГПа |
|----------|-------------------|-------------------------|-------------------|---|---|-------------|---------------------|
|          |                   |                         | a                 | d | c |             |                     |
| BK8      | Титанування       | TiC                     | 0,4322            | - | - | 5,0         | 35,0                |
|          | Азото-титанування | TiC                     | 0,4325            | - | - | 4,0         | 34,0                |
|          |                   | TiN                     | 0,4226            | - | - | 2,3         | 27,2                |
| T5K10    | Титанування       | TiC                     | 0,4328            | - | - | 5,5         | 35,5                |
|          | Азото-титанування | TiC                     | 0,4324            | - | - | 5,0         | 34,0                |
|          |                   | TiN                     | 0,4235            | - | - | 2,0         | 27,2                |

**Таблиця 2 – Вплив захисних покриттів на стійкість ріжучих пластин з BK8 при точінні**

| Вид ХТО           | Оброблюваний матеріал | Режим різання    |                 |               | Коефіцієнт збільшення стійкості |
|-------------------|-----------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------------------------|
|                   |                       | Швидкість V, м/с | Подача S, мм/об | Глибина t, мм |                                 |
| Титанування       | Сталь У8А             | 1,73             | 0,434           | 1,0           | 2,6                             |
|                   | 12X18H10T             | 2,5              | 0,434           | 1,0           | 1,5                             |
|                   | 40X13                 | 2,5              | 0,434           | 1,0           | 2,0                             |
| Азото-титанування | Сталь У8А             | 1,73             | 0,434           | 1,0           | 4,7                             |
|                   | 12X18H10T             | 2,5              | 0,434           | 1,0           | 2,0                             |
|                   | 40X13                 | 2,5              | 0,434           | 1,0           | 2,3                             |

**Висновки:**

В роботі проведено комплексне дослідження зносостійких покриттів на основі перехідних металів IV-VI груп періодичної системи, нанесених на тверді сплави BK8 та T5K10. Встановлено, що при титануванні на поверхні твердих сплавів формується шар TiC. В свою чергу, при азототитануванні утворюється двошарове покриття: зовні розташовується шар карбіду титану TiC, внутрішня зона- нітрид титану TiN. Більш поступове збільшення мікротвердості по товщині шару, яке призводить до зниження градієнту напруг, вказує на перевагу багатокомпонентного покриття над однокомпонентним.

Визначений коефіцієнт збільшення стійкості твёрдосплавних пластин в умовах повздовжнього різання підтверджує перспективність даного виду дифузійної металізації та доцільність проведення робіт в даному напрямку.

*Посилання*

1. Ворошнин Л. Г. Теория и технология химико–термической обработки / Л. Г. Ворошнин, О. С. Менделеева, В. А. Сметкин: учеб. пособие. – М.: Новое знание, 2010. –304 с.
2. Пат. 30506 Україна, МПК С 23 С 12/00. Спосіб нанесення карбонітридних дифузійних покриттів на поверхню сталей та твердих сплавів / Хижняк В. Г., Курило Н. А., Шахрайчук М. М., Лещенко С. М., Чуриков М. В.; заявник та патентовласник НТУУ “КПІ”. — № 200713004; заявл. 23.11.2007; опубл. 25.02.2008, Бюл. № 4/2008.
3. Сігова, В.І. Азототитанування конструкційних та інструментальних сталей [Текст] / В.І. Сігова, В.Г. Хижняк, Н.А. Курило // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. — 2007. — №2. — С. 73-79.