

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології  
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ  
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
(Суми, 18–21 квітня 2017 року)**

**ЧАСТИНА 1**

**Конференція присвячена Дню науки в Україні**

Суми  
Сумський державний університет  
20 17

# ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ НАНЕСЕННІ ПОКРИТТІВ МАГНЕТРОННИМ РОЗПИЛЕННЯМ

Сметанін Р. С., магістрант; Надточій К. Ю., студентка;  
Говорун Т. П., доцент

Проблему підвищення зносостійкості різального інструменту можна вирішити шляхом нанесення зміцнюючого покриття. Склад і властивості зносостійких покриттів в значних мірі залежать від технології їх нанесення. Методи створення таких покриттів за допомогою осадження діляться на фізичні (PVD) і хімічні (CVD) [1] (рис. 1).

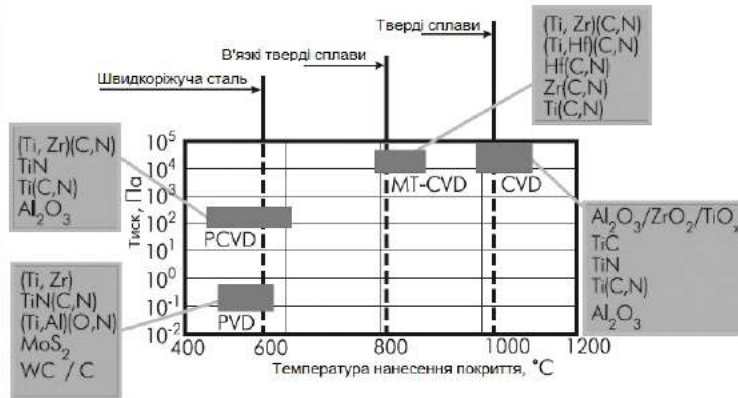


Рисунок 1 – Параметри основних методів нанесення покриття [1]

Метод магнетронного розпилення оснований на розпиленні матеріалу за рахунок бомбардування поверхні мішені іонами робочого газу (зазвичай аргону), що утворюються в плазмі аномального тліючого розряду. Для підвищення ефективності іонізації робочого газу і створення над поверхнею катода мішені області щільної плазми розряд виникає в неоднорідних схрещених електричному і магнітному полях. Одним з основних переваг магнетронного розпилення є можливість змінювати і контролювати в широкому діапазоні параметри плазми в процесі нанесення покриттів. Так для досягнення оптимальної структури і властивостей покриттів важливо регулювати щільність іонного струму на підкладку  $J_i$  і енергію бомбардуючих іонів  $E_i$ .

Нанесення плівки TiN та TiAlN на зразки зі сталі Р6М5 здійснювали на установці ВУП-5М, схема якої наведена на рисунку 2. Зазвичай магнетрон працює з джерелами постійного струму при прикладеній до катода напругою 300 - 700 В. Як робочий газ використовується аргон в діапазоні тисків від 1 до 10 мТорр. Це дозволяє реалізувати щільність струму нижче 100 мА/см<sup>2</sup> і щільність потужності до 50 Вт/см<sup>2</sup>.

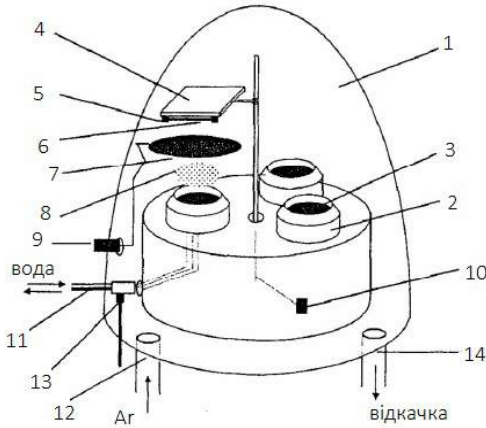


Рисунок 2 – Робоча камера магнетронної розпилювальної системи ВУП-5М: 1 - робочий об'єм; 2 - магнетрон; 3 – з'ємна мішень; 4 – тримач підкладки; 5 - затискач; 6 - підкладка; 7 - заслінка; 8 - плазма тліючого розряду; 9 – ручка для обертання в робочому об'ємі; 10 - ручка для обертання тримача підкладки в робочому об'ємі; 11 - водяний шланг; 12 - кран напуску робочого газу; 13 - високовольтний вхід; 14 – відкачування робочого об'єму дифузійним насосом

Після проведення процесу осадження покриттів, було виміряно мікротвердість поверхневих шарів з використанням приладу ПМТ-3, проведено кількісний та якісний металографічний аналізи, а також практично визначена максимальна робоча температура інструменту з нанесеними покриттями. На прикладі цільних свердл зі сталі Р6М5 діаметром 6,8 мм, ( $V_c = 80$  м/хв.,  $f = 0,15$  мм/об.) з нанесеними покриттями TiN та TiAlN в ході випробування на кількість зроблених отворів встановлено, що стійкість інструменту з покриттям TiAlN на 50% вище інструменту з покриттям TiN та в 6 раз – інструменту без покриття. Деякі механічні властивості та характеристики досліджуваних покриттів наведені в таблиці.

Отже, використання покриттів, отриманих методом магнетронного розпилення, для підвищення зносостійкості різального інструменту досить ефективно з точки зору його експлуатаційних властивостей та собівартості нанесення покриття.

Таблиця – Механічні властивості та характеристики зносостійких покриттів

Покриття	Колір	Твердість, ГПа	Модуль Юнга, ГПа	Товщина, мкм	Максимальна температура, °C
TiN	золотий	24	438±8	1 – 7	600
TiAlN	червоно-фіолетовий	35	500±90	1 – 4	800

#### Список літератури

1. Локтев Д, Ямашкин Е. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий // Промышленные нанотехнологии. – 2007. – № 4 – С. 18 – 24.