

**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

ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ TiN/ZrN ДЛЯ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ І РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Перерва В. І., студентка; Голофост М. С., студент; Говорун Т. П., доцент

Одним з видів зносостійких покриттів, що представляють значний інтерес для машинобудування, електроніки і мікроелектроніки є покриття на основі нітриду титану (TiN). Широке використання їх в якості твердих зносостійких покриттів на сталевих деталях машин, в тому числі компресорних, для ріжучого інструменту, дифузійних бар'єрів в електроніці, декоративних і корозійностійких покриттів та ін. обумовлено тим, що нітрид титану володіє винятковою твердістю, високою зносостійкістю, температурою плавлення і модулем пружності, є хімічно інертним і термодинамічно стабільним. Дані якості визначили широку область застосування тонких плівок і покриттів TiN: для мікроелектронних пристроїв (в якості дифузійних бар'єрів у кремнієвій технології «Dual Damascene» при капсулюванні мідних між'єднань і захисних покриттів, в якості бар'єрів Шоттки та омічних контактів до епітаксialьних шарів p-GaN), в якості контактних шарів сонячних батарей, антивідображаючих, антистатичних, захисних і декоративних покриттів. Крім того, завдяки біосумісності TiN успішно застосовується в якості поверхневого шару і електричного контакту в ортопедичних протезах, кардіологічних клапанах та інших біомедичних приладах [1-2]. Покриття на основі TiN дозволяють знизити інтенсивність зношування різальних інструментів і підвищити термін служби зміцнених деталей.

За останні роки було розпочато здійснення науково-дослідницької діяльності в області твердих покриттів, що складаються з двох нітридів TiN/ZrN. Одно- і багат шарові покриття та мультишари на основі TiN/ZrN використовуються в техніці, як зносо-, корозійностійкі, антифрикційні, захисно-декоративні та ін. покриття [3].

На сьогоднішній день відомо багато методів нанесення покриттів TiN/ZrN на різні типи підкладок (дугове іонне осадження, методи вакуумно-дугового випаровування, магнетронне розпилення або їх комбінації), але для створення поліпшення експлуатаційних властивостей виробів машинобудування та різальних інструментів і підвищення їх корозійної стійкості найперспективнішим є використання методу реактивного магнетронного розпилення матеріалів. Покриття наносять на поверхню виробів для створення тонких поверхневих шарів, що відрізняються за складом, структурою та властивостями від основного металу. Особливістю методу реактивного розпилення є те, що він дозволяє в широких межах контролювати ряд технологічних параметрів, таких як тиск робочих газів при розпилюванні, потужність магнетрона, зміщення і температуру підкладки, для отримання високої якості плівок з необхідними властивостями. Процес магнетронного розпилення характеризується цілим переліком технологічних параметрів, основними з яких є потужність розряду, тиск робочої суміші, склад робочої суміші, ступінь попереднього вакууму [4].

Покриття TiN і ZrN, отримані методом магнетронного розпилення, мають однакову кристалічну структуру з ГЦК ґратками невідповідністю до 7,1%, яку легко можна подолати. Також у TiN і ZrN подібні властивості, такі як висока температура плавлення (для TiN – 2950 °С, для ZrN – 2982 °С), гарна хімічна і термічна стійкість, а також висока твердість. Отже, вони можуть утворювати багатошарові покриття з різкими межами і хорошими механічними властивостями. Нанотвердість чистих TiN і ZrN плівок складає 18,1 і 25,3 ГПа, відповідно, в той час як твердість (Ti, Zr)N плівок наближається до 40 ГПа [3].

Досліджені в роботі [4] покриття із мультишарів Ti/TiN, Zr/ZrN і TiN/ZrN, отримані реактивним магнетронним розпиленням, проявляли переважну орієнтацію (111), що сприяє кращим механічним властивостям. Значення твердості для [Ti/TiN]₂₀ і [Zr/ZrN]₁₂ мультишарів на 29% і 31% більше, ніж від сумішей Ti-N та Zr-N, що застосовуються для одного шару, відповідно. Значення твердості для [TiN/ZrN]₈ мультишарів на 33% і 40% більше, ніж від сумішей Ti-N та Zr-N для одношарових покриттів, відповідно. Також нанометровий діапазон для систем багатошарових структур має кращі механічні властивості (твердість і ударна в'язкість) відносно мікрометричного діапазону.

Більш детальне вивчення такої системи TiN і ZrN, як одно-, багатошарових плівок і покриттів, так і мультишарів є на теперішній час актуальним, бо нанесення покриття призводить до зниження величини контактних напружень на поверхні інструменту, високих механічних властивостей (твердість, міцність, ударна в'язкість і т.п.), високої зносостійкості і корозійної стійкості.

Список літератури

1. Солован М. Н., Брус В.В., Марьянчук П.Д. и др. Кинетические свойства тонких пленок TiN, полученных методом реактивного магнетронного распыления // Физика твердого тела. – 2013. – Т. 55, Вып. 11. – С. 2123-2127.
2. Shayestehaminzadeh S., Tryggvason T.K., Karlsson L., Olafsson S., Gudmundsson J.T. The properties of TiN ultra-thin films grown on SiO₂ substrate by reactive high power impulse magnetron sputtering under various growth angles // Thin Solid Films. – 2013. – V. 548. – pp. 354-357.
3. Ulrich S., Ziebert C., Stqber M., Nold E., Holleck H., Gfken M., Schweitzer E., Schlogmacher P. Correlation between constitution, properties and machining performance of TiN/ZrN multilayers // Surface and Coatings Technology. – 2004. – No 188–189. – С. 331–337.
4. Caicedo J.C., Amaya C., Yate L., Nos O., Gomez M.E., Prieto P. Hard coating performance enhancement by using [Ti/TiN]_n, [Zr/ZrN]_n and [TiN/ZrN]_n multilayer system // Materials Science and Engineering B. – 2010. – No 171. – С. 56–61.