

УДК 621.74.046

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ НА ТВЕРДОСПЛАВНІ ПЛАСТИНИ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

Виробництво твердосплавних пластин - це ретельно розроблена технологія отримання геометрії та хімічного складу пластини, що ідеально підходять для конкретних умов роботи і сфери використання.

Розробка нових твердих сплавів, покриттів та геометричної форми дозволяє збільшити продуктивність та скоротити виробничі витрати. Великий стрибок у продуктивності відбувся в 60-х та 70-х роках ХХ сторіччя, коли з'явилися перші покриття.

Потім розвиток продовжився за рахунок вдосконалювання основи сплаву, геометрії пластин, конструкцій ріжучої кромки, а також за рахунок появи нових технологій нанесення покриттів та остаточної обробки пластин з нанесеним покриттям.

В залежності від призначення твердосплавних пластин використовують різні покриття і, звичайно, технології нанесення покриттів.

Одна з технологій CVD - хімічне осадження з парової фази. Вона полягає в тому, що пластини на піддонах поміщають в піч, в камеру якої подаються декілька газів по черзі, трубки перед подачею очищаються, і подається інша серія газів. Спочатку подаються $TiCl_4+N_2$, потім $AlCl_3+CO_2$, $TiCl_4+CH_4$, $TiCl_4+CH_3+CN$, H_2 .

Ця процедура повторюється до тих пір, поки не сформується всі шари покриття. Процес виконується за температури близько $900^\circ C$ протягом 30 годин. Товщина покриття складає приблизно 2-20 мкм.

Переваги таких покриттів CVD:

- Можливість отримання покриттів великої товщини;
- Можливість отримання покриттів рівномірної товщини;
- Висока адгезія до твердосплавної основи;
- Висока зносостійкість;
- Можливість нанесення оксидних покриттів. Покриття багат шарові $TiN-Al_2O_3-TiC$.

Інша технологія PVD — фізичне осадження з парової фази.

Пластини завантажуються в камеру на пристроях, що обертаються. На стінках камери розміщуються металеві мішені. Основний компонент - Титан (Ti). Мішені нагріваються до температури іонізації металу. Товщина покриття знаходиться в діапазоні 2-6 мкм, залежно від сфери застосування пластини.

За допомогою газу (Ar, N₂, C₂H₂) заряджені іони переносяться від мішеней до пластини.

Оскільки температура пластин нижча, іони конденсуються на поверхні пластин, утворюючи покриття.

Сьогодні найбільш поширені такі PVD-покриття, як TiN, Ti(C,N), (Ti,Al)N, (Ti,Al,Cr)N, а також оксиди кольорових металів.

Переваги покриттів PVD:

- Забезпечують високу міцність ріжучої кромки;
- Здатні зберігати гостру ріжучу кромку;
- Можуть бути нанесені на паяний інструмент;
- Можуть бути нанесені на цілісний твердосплавний інструмент.

При порівнюванні технологічних процесів можна зазначити:

При PVD (Фізичне осадження з парової фази). процесі покриття формується шляхом конденсації металеві пари на поверхні пластин.

Принцип створення покриттів PVD такий самий, як при конденсації вологого повітря на холодному дорожньому покритті з утворенням льодової кірки. Покриття PVD створюється при набагато нижчій температурі, ніж покриття CVD. Зазвичай процес PVD проходить за нормальної температури близько 500 °С. Товщина покриття становить 2-6 мкм, залежно від сфери застосування пластини. При цьому отримують тонке, міцне покриття, гострі кромки.

Тоді як при процесі CVD (Хімічне осадження з парової фази) покриття утворюється внаслідок хімічної реакції різних газів. Температура, час, витрата газу, склад та інше ретельно контролюються, щоб регулювати формування шарів покриття. Залежно від типу покриття температура у камері може становити від 800 до 1100 °С. Чим товщі покриття, тим довше триває процес. Найтонше на сьогоднішній день покриття CVD має товщину менше 4 мкм, а саме товсте - понад 20 мкм.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;
Тонха О. Л. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;

Члени організаційного комітету:

- Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;
Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);
Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;
Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);
Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
Бєлоєв Х. – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);
Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;
Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;
Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;
Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;
Васильковський О. М. – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;
Войтюк Д. Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;
Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;
Джеонг Ілля – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);
Домейка Р. – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);
Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;
Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;
Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;
Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Тін Ю Чен - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

Шарибура А. О. – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

Яковенко І. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.