

**МАШИНОЗНАВСТВО.
ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ**

УДК 539.43; 539.53

А.С. Вальков, інж.*Інститут проблем міцності НАН України***М.А. Зенкін, к.т.н., доц.***Київський національний університет технологій та дизайну***А.В. Рутковський, к.т.н.***Інститут проблем міцності НАН України***ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА
ХАРАКТЕРИСТИКИ І ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ**

Проаналізовано основні технологічні параметри, які впливають на характеристики і властивості захисних покриттів, що зміцнюють поверхню деталей. Наведені відомості про матеріали експериментальних зразків і нанесені на них підшари і покриття. Відмічено, що для отримання оптимальних значень якості покриття необхідно враховувати ступінь досконалості текстури, вірогідності вад пакування покриття, тиск реакційного газу та температуру поверхні виробу.

Останнім часом особливої актуальності набувають питання, пов'язані з підвищенням міцності та довговічності конструкційних металів і сплавів, а також підтримки на належному рівні інструментального виробництва. Зазначена проблема на даний час успішно вирішується шляхом використання конструкційних сталей і сплавів власного виробництва із захисними зміцнюючими покриттями.

Надійність захисту і зміцнення виробів при експлуатації і раціональному застосуванні різних типів покриттів і методик їх нанесення значною мірою визначається механічними властивостями шарів. Тому дослідження впливу покриттів і умов їх нанесення на основні характеристики і властивості матеріалів є актуальним науковим завданням.

Як показав проведений аналіз [1], на сьогоднішній день не існує універсального критерію оцінки якості захисних зміцнюючих покриттів (ЗЗП). Діюча технологічна інструкція на режими осадження за вакуум-плазмовою технологією покриттів з титанових сплавів передбачає можливість зміни технологічних параметрів процесу: величини сили струму дуги плазмового джерела, тиску реакційного газу в камері, величини негативного потенціалу, що подається на основу, в досить великому інтервалі значень без контролю якості отриманих покриттів. У зв'язку з тим, що найбільш оперативний і методично доступний спосіб оцінки якості (працездатності) ЗЗП є процес різання, оцінку якості застосовують до швидкохідного інструмента з матеріалу Р6М5 зі зносостійким покриттям з TiN [2–4] (рис. 1).

Експериментальні дослідження взаємозв'язку структурних характеристик покриттів Ti, нанесених при варіюванні основними технологічними параметрами процесу в широких діапазонах значень, із стійкістю ріжучого інструмента дозволили встановити [2, 5], що найбільш значимими є такі параметри: ступінь досконалості текстури покриття в площинах (111), (222), (200); імовірність утворення дефектів упакування; мікротвердість покриття; тиск реакційного газу в камері, а також температура поверхні виробу.

У зв'язку з анізотропічністю механічних властивостей і хімічної стійкості матеріалу зносостійких покриттів у різних напрямках варто очікувати підвищення експлуатаційних властивостей покриттів визначеної текстури [6].

Для одержання кількісної характеристики текстурованості покриттів визначення з'ясування характеру впливу на неї технологічних параметрів процесу вакуум-плазмового напилювання застосовувалася так звана міра текстурованості нітриду титана.

За міру текстурованості нітриду титану [7] був прийнятий ступінь її досконалості, обумовлений відношенням інтегральних інтенсивностей дифракційних відбитків до відповідних значень для нетекстурованого еталона за однакових умов рентгенівської зйомки (для безтекстурного матеріалу це відношення дорівнює одиниці).

Текстурування покриттів викликається двома чинниками: більшою енергією зв'язку між атомами, що конденсуються, ніж між атомами покриттів з поверхні основи, і значною поверхневою активністю основи.

Стійкісні випробовування матеріалів із покриттями TiN виявляють зв'язок між напрямками переважного орієнтування кристалів і стійкісних характеристик. Зростання сумарного об'єму зерен, орієнтованих площинами (111) основи, рівнобіжними поверхні, повинно сприятливо впливати на зносостійкість, тому що площина (111) є найбільш щільно запакованою. На рис. 2 наведені результати визначення досконалості текстури зазначених дифракційних ліній у конденсаті при зміні температури основи.

При формуванні конденсату в системі основа-покриття виникають значні внутрішні напруги, що можуть бути як наслідком залишкових напруг 2-го роду, так і орієнтованих напруг 1-го роду [7].

Таким чином, напруги, які виникають у конденсованих покриттях, є макронапругами як структурного, так і термічного походження. Розмір стискальних макронапруг у конденсатах значно перевищує стійкість масивного нітриду титана.

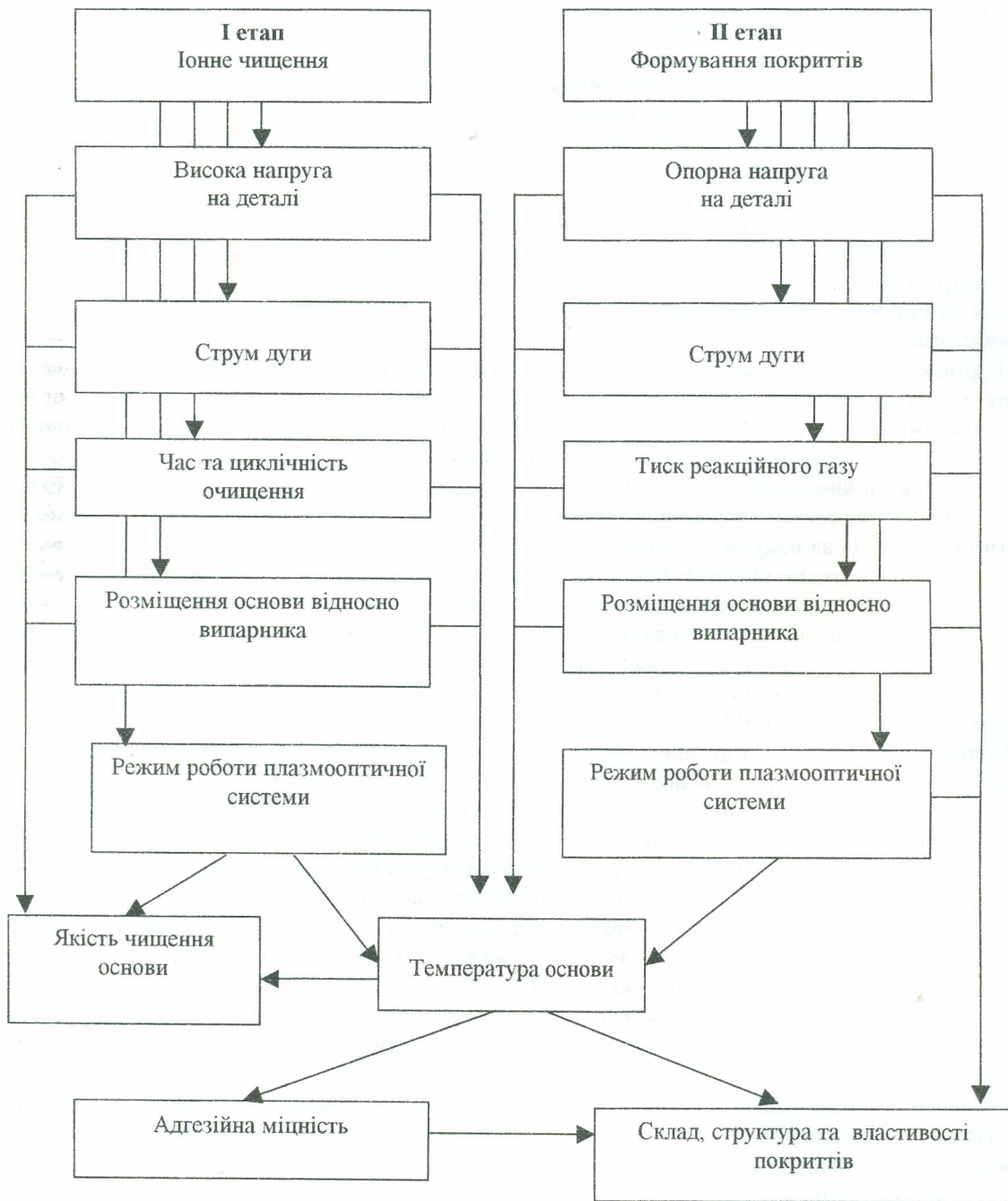


Рис. 1. Схема впливу технологічних параметрів процесу нанесення зносостійких покриттів на якісні характеристики матеріалів

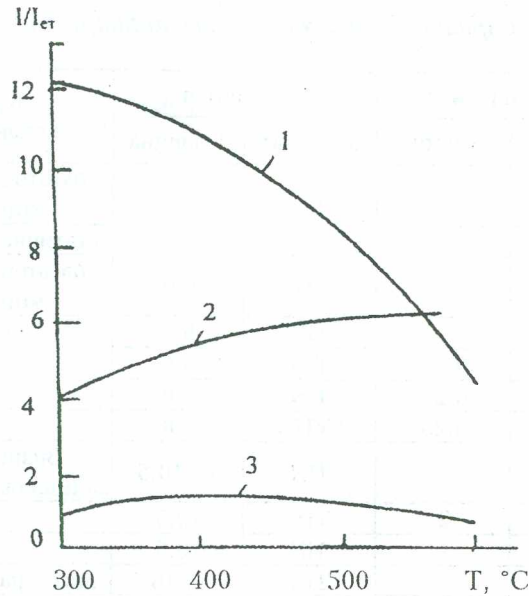


Рис. 2. Результати визначення досконалості текстури дифракційних ліній у конденсаті при зміні температури основи: 1, 2, 3 – площини (111), (222), (200)

Значення температури конденсації покриття [2] впливає на ефективний розмір блоків упаковки L і щільність дислокацій ρ_d (рис. 3), а також на рівень сумарних макронапруг у покритті й приповерхневу (дифузійному) шарі [6] (рис. 4).

Для одержання максимальних характеристик міцності досліджуваних матеріалів були встановлені оптимальні температурні зони (зона А (рис. 3) і зона В (рис. 4)) основи, на яких було сформовано покриття. Як видно з наведених залежностей, температурні режими осадження є визначальними в методиці одержання ЗЗП.

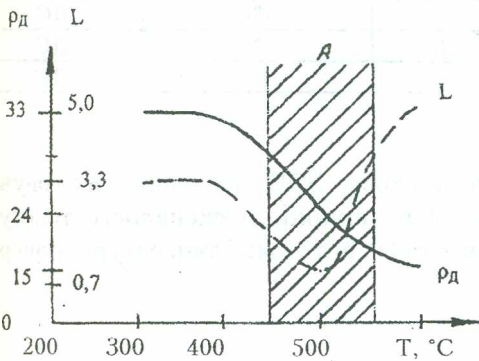


Рис. 3. Вплив температури конденсації покриття на ефективний розмір блоків упакування L і щільність дислокацій ρ_d

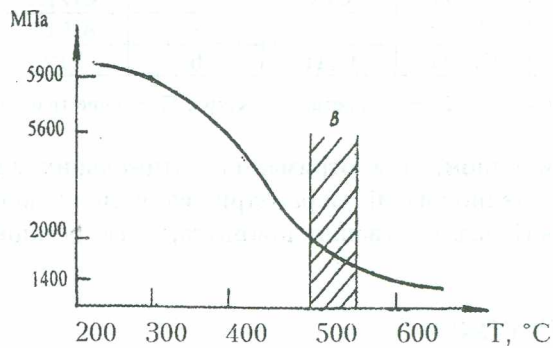


Рис. 4. Залежність макронапруг в системі основа–покриття від температури основи

На рис. 4 наведено залежність впливу тиску реакційного газу на мікротвердість основи в процесі осадження покриття.

З наведеної залежності випливає, що зміна тиску газу в робочому об'ємі камери від 0,013 Па до 0,655 Па збільшує мікротвердість покриття майже в два рази.

Для визначення механічних характеристик поданих вище матеріалів використовувалися матеріали (катоди або мішені) покриття, склад підшарів та товщини яких наведені в зведеній таблиці об'єктів досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Матеріали зразків і нанесені на них підшари і покриття

Основа зразка	Випар. метал	Підшари		Покриття		Куди призначено	Примітки
		Матеріал	Товщина	Матеріал	Товщина		
Ti	-	-	-	-	-	багатоциклічна міцність	
Ti	-	-	-	-	-	статична міцність	
Ti	Cr+Ti	-	-	CrTiN	6,0	багатоциклічна міцність	
Ti	Ti	-	-	TiN	6,0	"-	
Ti	Ti	Ti	0,25	TiN	6,0	"-	
Ti	Cr+Ti	Cr	0,25	TiN	6,0	"-	
Ti	Cr+Ti	Cr	0,25	CrTiN	6,0	"-	
X18H9T	Ti	-	-	TiN	4...10,5	Визначення залишкових напруг	
"-	Ti	Cr	2	TiN	10,5	"-	ДС
"-	Ti	-	-	TiN	10,5	"-	
X18H10T	Ti	-	-	TiN	6,5..16,5	статична міцність	
X18H10T	-	-	-	-	-	"-	ІТ
X18H10T	-	-	-	-	-	"-	
"-	Ti	Cr	4	TiN	6	"-	
Ti	-	-	-	-	-	"-	ІТ
Ti	Ti	-	-	TiN	6,5..16,5	"-	
X18H10	Cr	-	-	CrN	4	"-	
Si ₃ N ₄	Ti	-	-	TiN	8...10	зносостійкість	ІТ протягом 20'
"-	Ti	-	-	TiN	10	"-	
Si ₃ N ₄	Cr+Ti	Cr	1	TiN	6	"-	
"-	Cr+Ti	-	-	CrTiN	6; 8		
Si ₃ N ₄	AlCr	-	-	AlCrN	6		
"-	CrTi	CrTiN	6	TiN	6	"-	
Si ₃ N ₄	Cr, Zr	CrN	4	CrZrN	5	"-	
"-	Cr, Zr	CrN	4	CrZrN	5	"-	ДС
Si ₃ N ₄	Al, Cr	-	-	AlCrN	6	"-	ДС
"-	Cr, Ti	CrTi	6	TiN	6	"-	ДС

Примітка: ДС – дискретна структура; ІТ – іонне травлення.

Таким чином, для отримання оптимальних значень якості ЗЗП необхідно враховувати основні технологічні параметри вакуумних конденсатів: ступінь досконалості текстури, вірогідності вад пакування покриття, тиск реакційного газу, а також температуру поверхні виробу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Внуков Ю.Н., Марков А.А., Лаврова Л.В., Бердышев Н.Ю. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент. – К.: Техніка, 1992. – 141 с.
2. Внуков Ю.Н., Марков А.А., Лаврова Л.В., Бердышев Н.Ю.. Нанесение покрытий на быстрорежущий инструмент. – К.: Техніка, 1992. – 143 с.
3. Кальнер В.Д., Ковригин В.А., Ярембаш И.Е. Структура и свойства нитридных покрытий на инструментальных сталях. – М.: Металлургия, 1982. – 162 с.
4. Табаков В.П. Повышение эффективности режущего инструмента путем направленного изменения параметров структуры и свойств материала износостойкого покрытия: Дис. ... д.т.н. – М., 1992. – 605 с.
5. Внуков Ю.Н., Марков А.А., Оржицкая Л.К., Лаврова Л.В. // Резание и инструмент. – 1989. – Вып. 42. – С. 22–27.

6. Платонов Г.П., Аникин В.Н. Влияние текстуры покрытий из нитрида титана на износостойкость режущего инструмента // Порошковая металлургия. – 1985. – № 2. – С. 40–42.
7. Бабай-Захрятин А.А., Кузнецов Г.Д. Текстурированные высокотемпературные покрытия. – М.: Атомиздат, 1980. – 176 с.

ВАЛЬКОВ Андрій Сергійович – інженер відділу зміцнення поверхні елементів конструкцій Інституту проблем міцності Національної академії наук України.

Наукові інтереси:

- покриття;
- зміцнення поверхні.

Тел.: 8-(044) 296-69-57.

E-mail: coating@ipp.adam.kiev.ua

ЗЕНКІН Микола Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки Київського національного університету технологій та дизайну.

Наукові інтереси:

- подовження терміну роботи деталей та механізмів;
- технології зміцнення поверхні.

Тел.: 8-(044)-2903432.

Тел./факс: 8 (044) 256-29-07.

E-mail: kafmet@mail.kar.net

РУТКОВСЬКИЙ Анатолій Віталійович – кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу зміцнення поверхні елементів конструкцій Інституту проблем міцності Національної академії наук України.

Наукові інтереси:

- покриття;
- зміцнення поверхні.

Тел.: 8 (044) 296-69-57.

E-mail: coating@ipp.adam.kiev.ua

Подано 04.04.2003