



**А.П. Шпак, О.І. Наконечна, Ю.А. Куницький,
О.В. Собољ**

**Механічні властивості
покриттів на основі
титану**

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Технічний центр НАН України

А. П. Шпак, О. І. Наконечна,
Ю. А. Куницький, О. В. Соболев

Механічні властивості покривів на основі титану

**Київ
2008**

А. П. Шпак, О. І. Наконечна,
Ю. А. Куницький, О. В. Соболю

**Механічні властивості
покриттів на основі
титану**

УДК 538.9

ББК 34.2

Ш 73

*Друкується за рішенням науково-технічної ради Технічного центру
Національної академії наук України*

Рецензенти:

професор, доктор техн. наук *М. В., Кіндрачук*

доктор техн. наук *В. М. Коржик*

Редактор: *Е. В. Бондарчук*

Ш 73 **Шпак А. П. та ін.**

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ /
А. П. Шпак, О. І. Наконечна, Ю. А. Куницький, О. В. Соболев - К ІМФ
НАНУ, 2005. - 84 с.

Лл. 46, табл. 6, бібл. 131 назв.

ISBN 577-639-636-3

Викладено сучасні методи одержання наноконпозиційних покриттів на основі титану. Висвітлено вплив основних технологічних параметрів на механічні властивості таких систем. Проаналізовано вплив металоїдів на твердість та пружні характеристики багато компонентних наноконполитів. Розглянуто теоретичні моделі тріщиностійкості тонких плівок.

Для фахівців у галузі фізики конденсованого стану, фізико-хімії поверхні та фізичного матеріалознавства, студентів, магістрів та аспірантів фізичних та інженерно-фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів.

ISBN 577-639-636-3

ББК 34.2

© А. П. Шпак, О. І. Наконечна,
Ю. А. Куницький, О. В. Соболев, 2005

ЗМІСТ

Вступ.....	4
I. Методи одержання покриттів з іонно-плазмових потоків.....	7
II. Технологічні параметри процесу осадження (Ti, Al)N покриттів.....	10
2.1 Особливості технологічного процесу осадження покриттів.....	10
2.2. Параметри осадження покриттів.....	11
2.3. Фазові співвідношення та структурні особливості тонких плівок (Ti, Al)N.....	15
2.4. Вплив механічних властивостей підкладки на адгезію покриттів.....	22
2.5. Шорсткість поверхні покриттів.....	23
III. Механічні властивості твердих покриттів.....	24
3.1. Аномалії механічної поведінки наноконпозиційних матеріалів.....	24
3.2. Теоретичні моделі твердості покриттів.....	27
3.3. Твердість та модуль Юнга тонких плівок (Ti, Al)N.....	33
3.4. Моделі зміцнення наноконпозиційних матеріалів.....	35
IV. Експлуатаційні характеристики покриттів на основі титану.....	45
4.1. Твердість покриттів при нагріванні.....	45
4.2. Жаростійкість.....	46
4.3. Корозійна стійкість.....	48
4.4. Використання покриттів (Ti, Al)N для механічної обробки матеріалів.....	48
4.5. Використання покриттів (Ti, Al)N для сухої обробки матеріалів.....	51
4.6. Зносостійкість покриттів (Ti, Al)N.....	52
4.7. Експлуатаційні характеристики багатошарових покриттів на основі титану.....	53
4.8. Покриття на основі боридів.....	55
V. Вплив легування на властивості покриттів на основі (Ti, Al)N.....	58
5.1. Легування хромом та ітрієм.....	58
5.2. Домішки цирконію та ванадію.....	58
5.3. Вплив кремнію на властивості покриттів.....	59
5.4. Покриття системи Ti-Al-B-N.....	63
5.5. Вплив гафнію та вуглецю на властивості покриттів типу TiN.....	64
VI. Тріщиностійкість наноконпозиційних матеріалів.....	66
6.1. Макро- та нанотріщини.....	66
6.2. Визначення тріщиностійкості твердих тонких плівок.....	70
Заключення.....	73
Література.....	74
Додаток. Методи визначення параметрів структури багатоперіодних наносистем ...	79