

ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА КОМПОЗИЦИОННО НИКЕЛОВО ПОКРИТИЕ

**Здравка Карагьозова¹, Людмил Марков¹, Анна Петрова¹, Жулиета Калейчева²,
Петър Шумналиев², Ставри Ставрев¹**

¹*Институт за космически изследвания – Българска академия на науките*

²*ТУ, София*

e-mail: sstavrev@phys.bas.bg

Ключови думи: *Композиционни диамантени покрития, УДДП (нано диамант), X-Gear.*

Резюме: *Във връзка с изследвания по проекта “X-Gear” по VI РП в секция “КМ и НТ” при ИКИ-БАН са проведени изследвания за нанасяне на композиционно никелово покритие (КП), отложено по химически начин с УДДП (нано диамант).*

Основните съставляващи на покритието са никелова матрица и подсилващ, уякчаващ материал - УДДП. Матрицата обгражда и поддържа подсилващия материал, осигурявайки свързването му. С използването на диамантени наночастици като подсилващи елементи, са свързани надеждите за реализиране на много добри физико-механични и експлоатационни характеристики, присъщи за нанокристалното състояние като повишена износоустойчивост и микротвърдост; увеличение на корозионната устойчивост и намаляване на пористостта; рязко намаляване на коефициента на триене; повишаване на кохезията и адхезията, по-добро задържане на диамантените зърна от матрицата, което води до удължаване живота на работната повърхност на образците неколккратно.

Увод

Композиционните диамантени покрития (КП) са уникални покрития, състоящи се от ултра финни диамантени частици, включени в твърда метална матрица - никел, хром и др. Използването на никел за носител на диамантените частици осигурява доброто им захващане. Равномерността на включване на частиците в матрицата прави покритията регенеративни при употреба.

Процесът за получаване на КП предлага икономична възможност за проява на свойствата на диаманта на повърхността на покритите образци. Синергизмът на свойствата на никеловата матрица и уникалните такива на диаманта генерира свойства, несрещани сред природните материали, а именно:

- изключителна износоустойчивост
- висока твърдост
- увеличена корозионна устойчивост
- перфектна равномерност при сложна геометрия
- подобрена термопроводимост
- приложимост към всички метали и сплави
- покриване на цялата повърхност или на определени области.

Тези характеристики позволяват удължаване живота и улесняване на поддръжката на покритите образци.

Един лесен за изпълнение и поддръжка метод за отлагане на никел е Методът за отлагане на безтоково никелово покритие ЕФТТОМ НИКЕЛ. Този метод позволява и отлагане на композиционни покрития.

Цел на настоящата работа е получаване на твърди, високо износоустойчиви покрития, приложението на които в реални условия да осигурява високо ниво на физико-механичните им и експлоатационни характеристики, с което се удължава живота на покритите образци.

Експерименти и резултати

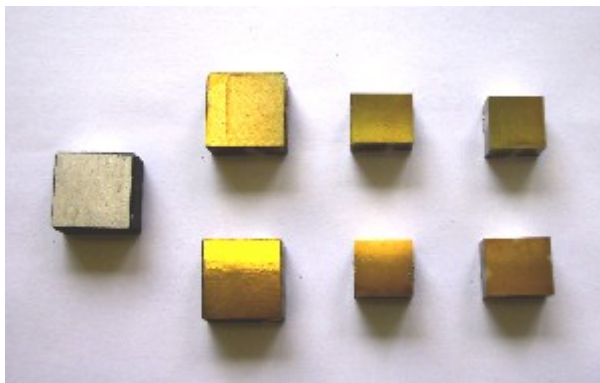
За отлагане на композиционни покрития с матрица никел и подсилващ (уякчаващ) материал-диамант е оптимизирана и усъвършенствана технологията за отлагане на безтоково никелово покритие ЕФТТОМ-НИКЕЛ с уякчаващи частици ултра дисперсен диамантен прах, нано диамант. Получаването на диамантения прах се осъществява по взривен метод и е разработка на колектив от ИКИ-БАН [1]. Технологията ЕФТТОМ-НИКЕЛ е разработка на ТУ-София [2].

Разработени и изследвани са различни режими на работа и е оптимизиран работния разтвор съобразно състава на изходния материал, подлаган на обработка. Модифициран и деагрегиран е използвания нанодиамант с цел подобряване и улесняване на равномерното му включване му в никеловата матрица. Изследванията са част от работна програма по проект "X-Gear" [3].

Три вида покрития са отложени върху два вида стомана - 42CrMo4 (HR 30) и 65Г (HR60):

1. Безтоково никелово покритие
2. Композитно покритие Никел-нанодиамант (НД)
3. Композитно покритие Никел-нанодиамант и бор (В)

Всички покрития са термообработени за подобряване на адхезията на покритията и микротвърдостта им (Сн.1).

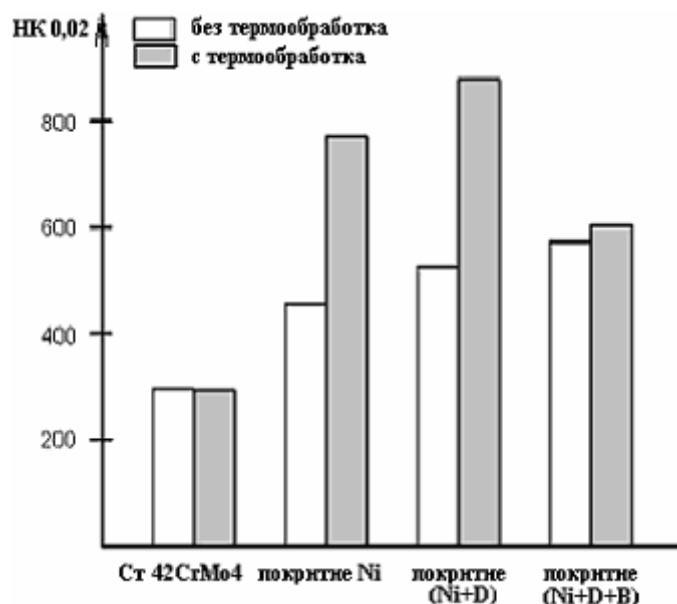


Снимка 1.

Изследвани са микротвърдостта (фиг.1), повърхностната грапавост (Сн. 2.а-м) топографията (Сн. 3. н-р) на композиционното покритие. Резултатите показват, че Ст 65Г не е подходяща за целите на проекта, поради което усилията са насочени към изследване на покрития върху Ст 42CrMo4.

Присъствието на НД и НД+В в никеловия разтвор осигурява получаването на по-твърди покрития. Твърдостта на последните нараства след термообработка - около 2 пъти за никеловите и (Ni + D) покрития и по-малко при покрития Ni+D+B .

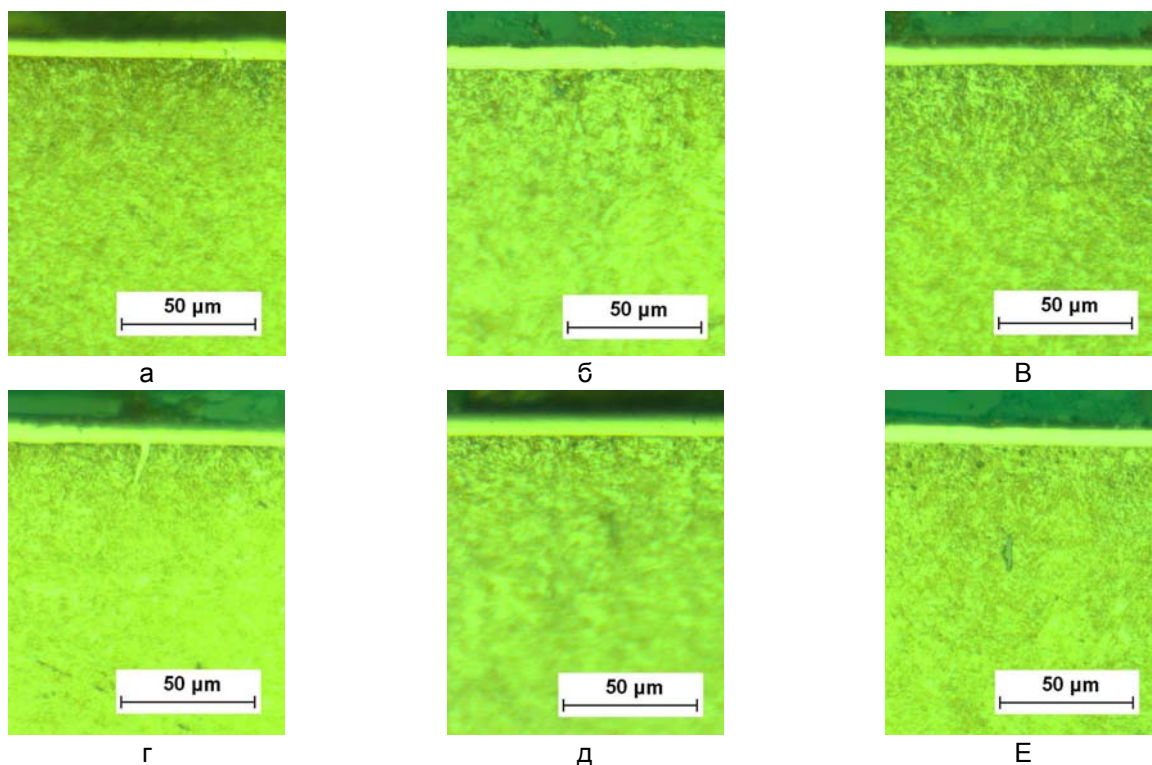
Безтоковия химичен метод за нанасяне на покрития осигурява перфектни по равномерност покрития по цялата повърхност на покриваните образци, независимо от сложността на релефа. Не се наблюдават натрупвания по ъгли, върхове, вътрешни диаметри. Наблюдава се запълване на микропорите и микропукнатините (Сн. 2. д, ж, к). Неравността на повърхността (грапавостта) е около 1-2 мкм. Степента на грапавост зависи от повърхностната грапавост на образца (от степента на полиране).



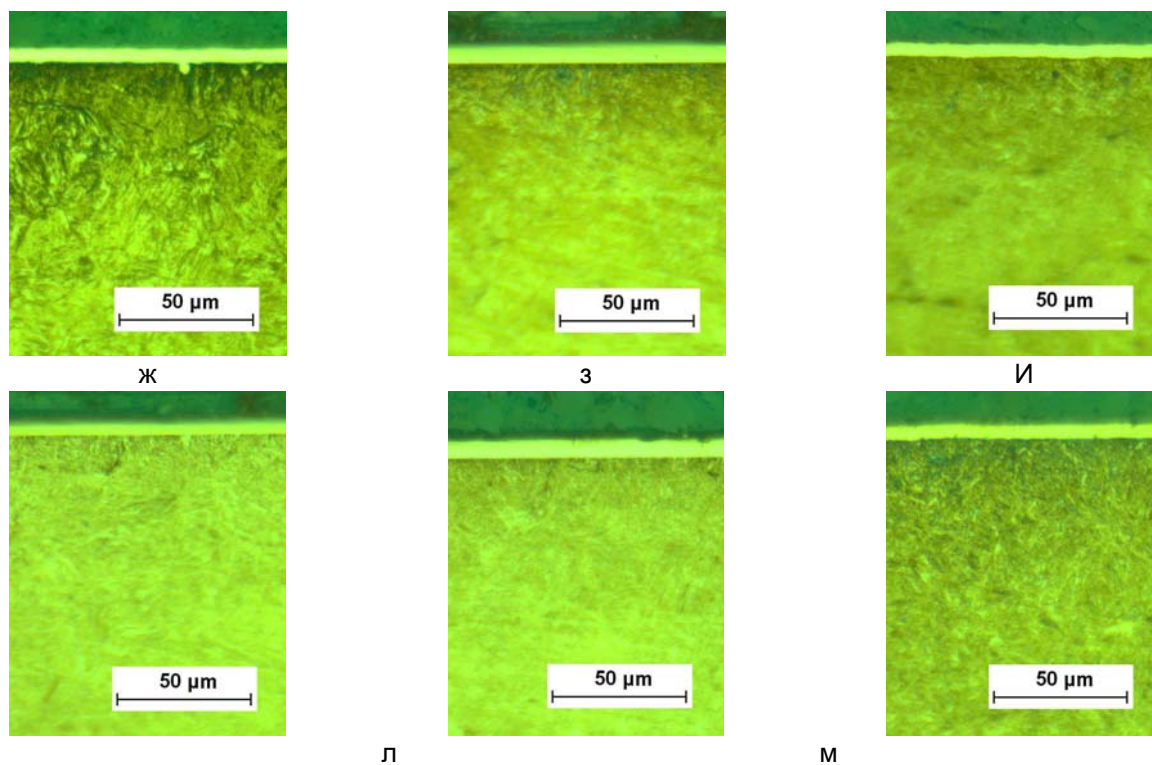
Фиг. 1. Изменение на твърдостта НК 0,02 в зависимост от състава на покритието

Дебелината на КП може да бъде регулирана съобразно изискванията на всяко специфично приложение.

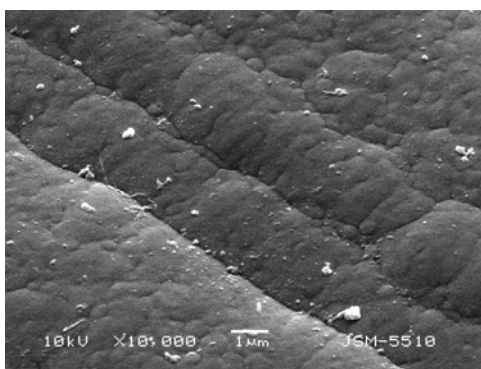
Плътноста на НД в КП е обичайно в границите 5-7об. %.



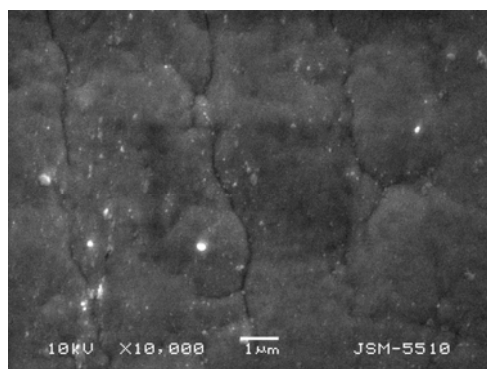
Снимки 2.а-е: Микроструктура на стомана (42CrMo4) и на Ni (а, г); Ni + D (б, д) и Ni+D+B (в, е) покрития а, б, в – без ТО; г, д, е – с ТО (290°C, 6h)



Снимки 2. ж-м: Микроструктура на Ст 65Г и на Ni (ж, к); Ni + D (з, л) и Ni+D+B (и, м) покрития ж, з, и – без ТО, к, л, м – с ТО (290°C, 6h)

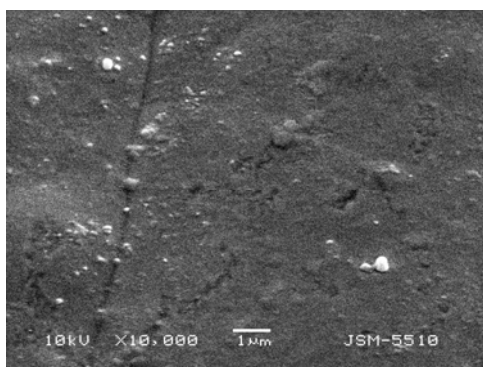


н

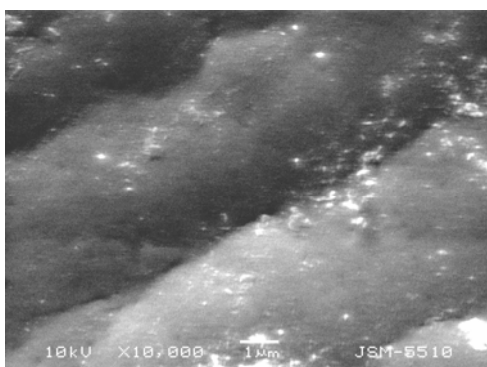


о

Снимки 3.н, о: Топография на Ni+D+V преди и след термообработка



п



р

Снимки 3.п, р: Топография на Ni+D преди и след термообработка

Включването на наноразмерни диамантени частици означава значително нарастване на диамантената повърхност в композиционното покритие, което оказва влияние върху преразпределението на дефектите в новоизграждащата се кристална решетка на покритието, а оттам на неговите свойства.

Същите експерименти бяха повторени със Ст 17CrMo4, определена за изходен материал за работа по проекта "X-Gear".

Твърдостта по Кпоор на покритите образци е показана на Табл. 1.

Таблица 1. Твърдост по Кпоор НК 0,02

ОБРАЗЦИ	НК 0,02
1. Необработена Ст Ni+D	412
2. Необработена Ст. Ni	400
3. Обработена Ст Ni+D	524
4. Обработена Ст Ni	482
5. Необработена Ст Ni+D TO	700 – 850 1020
6. Необработена Ст Ni TP	844
7. Обработена Ст Ni+D TO	814 1020
8. Обработена Ст Ni TO	1020

Термообработката увеличава твърдостта и в този случай около 2 пъти. Поради образуването на агрегати от НД се наблюдава различна твърдост в различни точки от повърхността на покритието.

В реални условия е изпитана двойка зъбни предавки. Те са изработени от Ст. 42CrMo4 и са термообработени до начална твърдост HRC 44-46. Изпитанията са проведени на брикетна машина. Резултатите са 2 пъти по-добри от тези, получени при карбонизирана Ст. 38НММА с HRC 56-58 и 30% по-добри от тези, при инструментална Ст (сн.4 – зъбна предавка в различни стадии от работния процес).



Снимка 4. Зъбна предавка в различни стадии от работния процес

Изводи:

1. Комбинацията от свойства на никел и НД в композиционното никелово покритие води до повишаване на твърдостта му.
2. Термообработката на покритите образци осигурява 2 пъти по-висока твърдост.
3. По –твърдите и по-износоустойчиви КП с НД удължават живота на работната повърхност на покритите образци 2 пъти.
4. За получаване на висококачествени покрития е необходимо реализирането на добра адхезия с основата на образеца и равномерно разпределение на включените НД в покритието.
5. Резултатите за степента на износоустойчивост и равномерността на включване на НД са в процес на обработка.

Литература:

1. Stavrev S. et al. US Patent No. 5353708 (1994).
2. Gavrilov G. and C. Nikolov. Electroless Nickel and composite coatings (DI "Техника", Sofia, 85).
3. Ставрев С. и др. "Нанодиаманти: перспективни технологии за приложенията им", ЕКСПО, май, 2006г., гр. София.