

МЕТАЛИЗАЦИЯ НА ДИАМАНТ

З. Карагъзова, А. Петрова, С. Ставрев

*Институт за космически изследвания – БАН
София, ул. "Московска" 6*

Ключови думи: диамант, метализация, покритие, абразиви, NanoScan

The paper has studied the wear resistance and the microhardness of composite diamond coatings, made in a solution "EFTTOM-NICKEL" with a metallized Ultra Dispersed Diamond Powder - UDDP. The obtained coatings are with a good adhesion with the base of the samples. The best wear resistance is obtained in the case with the electroless grasping of a metallized UDDP.

Керамики, карбиди като волфрамов карбид, твърд камък като гранит, и стъкло са все по-важни промишлени материали през последните няколко десетилетия. В много случаи диамантът е предпочитан за направата на инструменти за рязане, точене и полиране на тези материали. Поради свръхвисоката твърдост на диаманта, степента на отстраняване на материала е значително по-висока от тази при инструментите с конвенционални абразиви. Това при диамантените покрития поевтинява процеса в сравнение с този при работата с инструменти, направени с абразиви като алуминиев и силициев карбид [1].

За направата на диамантен инструмент, диамантените кристали се смесват с материала на матрицата. Един от големите проблеми е трудното задържане на диаманта на определено място в матрицата.

Няколко различни материала се използват за свързване на диаманта към матрицата.

The National Diamond Lab решава този проблем със серия от тънки слоеве върху диаманти, задържани здраво чрез епоксидна връзка [2].

При инструменти с полимерна връзка, матрицата съдържа полимерна смола. Поради ограничената термопроводимост и термостабилност на тези връзки, диамантите, които се използват най-често са покрити с 30 - 70 % метал, а именно мед или никел. Металните покрития улесняват дифузията на топлина, развиваща се при тези процеси, намалявайки разрушаването на матрицата и спомага задържането на диамантените зърна. Никеловите покрития повишават продуктивността на шлифовъчните дискове поради създаването на по-здрава връзка [3].

При металните връзки матрицата съдържа метален прах. Металът може да катализира превръщането на диаманта към графит, отслабвайки задържането във връзката. В много случаи задържането на връзката може да бъде подобро от употребата на диаманти с покрития, а именно титан или хром [4].

При галваничните връзки диамантените зърна се вграждат в инструментите като

предварително повърхността на диаманта е покрита със слой никел [5]. Обикновено степента на откъсване на покритите частици може да се намали до 20 - 40 % в сравнение с тази, която се получава при непокрита частици [6].

Целта на настоящата статия е да изследва износоустойчивостта и твърдостта на композитни покрития с никелова матрица и дисперсна фаза – метализиран диамантен прах върху стомана.

Диамантените частици са получени по взривен метод [7]. Те са с размер 40 – 60 Å (УДДП) и с монокристална структура [8].

Бяха метализирани УДДП в разтвор за химическо никелиране "EFTTOM-NICKEL" [9]. Условиата за работа са :

- рН 4,6 – 4,7
- $T=92 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- време на покриване – 10 minutes

За по-добра адхезия на металното покритие към диамантената основа, диамантените частици се обработват с SnCl_2 и се активират с PdCl_2 [9].

Захващането на метализираните зрънца от матрицата става по два начина :

- 1. Галванично: в разтвор, съдържащ никелов сулфат – 330 g/l, никелов хлорид – 45 g/l, борна киселина – 38 g/l, фосфорна киселина – 2 g/l, натриев лаурилсулфат - 0, 1 g/l, рН - 2,5; $T=65^{\circ}\text{C}$, плътност на тока - 2,5 A/dm² [9].

- 2. Безтоково: в разтвор "EFTTOM-NICKEL"

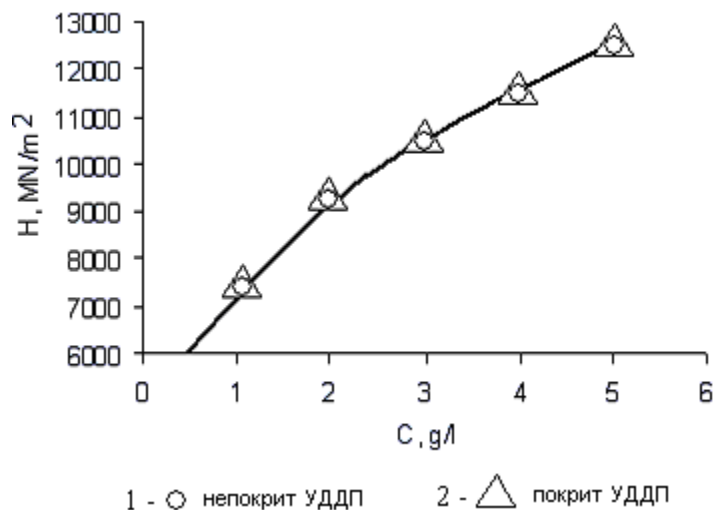
След захващане на метализирания диамантен прах, втори слой се формира в разтвор "EFTTOM-NICKEL" с добавка на УДДП, покрит с никел [10]. Дебелината на покритието е 22 µm.

В разтвор "EFTTOM-NICKEL" е използван стабилизатор в количество, по-голямо отколкото нормалното изискване [9], за да се предотврати дезинтеграция на разтвора, провокирана от фините диамантени частици.

Първоначално се отлага тънък слой от чист никел за да се осигури по-добро сцепление с основата на образеца, след което се оформя основния работен слой.

За получаване на по-добре работеща повърхност, последният слой се формира само от никел.

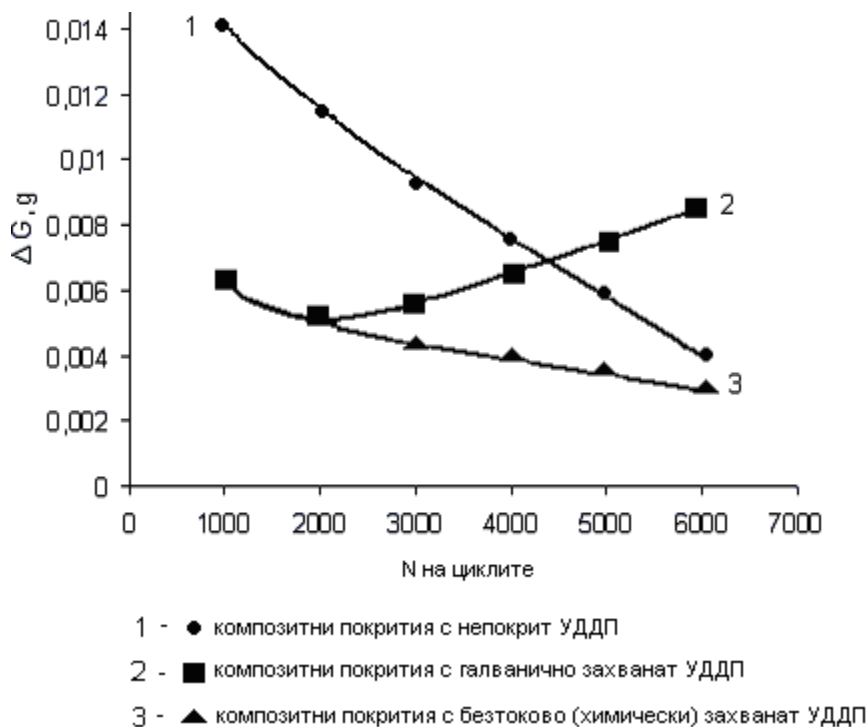
Получените покрития имат добра адхезия със стоманената основа и са равномерно отложени.



Фигура 1. Зависимост на микротвърдостта от концентрацията на УДДП

В тази статия са представени измервания на микротвърдостта и износоустойчивостта, като физико-механични характеристики на композитното покритие. Микротвърдостта се измерва по метода на Vickers, изследването на износоустойчивостта - с Taber test метод [11]. Изследва се загубата на теглото на образците (ΔG), които се подлагат на триене с абразиви (CS 10), при определен брой цикли на въртене на последните. Натоварването е 10 N [9].

Микротвърдостта е функция на концентрацията на диамантените частици. Концентрацията е между 0,5 - 5 g/l (Фигура 1). Микротвърдостта на композитните покрития с метализиран УДДП е същата като микротвърдостта на композитните покрития с непокрит УДДП.



Фигура 2. Зависимост на загубата на маса от броя цикли на завъртане

Износоустойчивостта, която се получава при 1000 до 6000 цикъла е илюстрирана на Фигура 2. По-високо износване се наблюдава при образци, покрити с включен непокрит УДДП (1). За образци, покрити с никел, захващащ метализиран УДДП по галваничен метод, бързо износване се наблюдава след 2000 цикъла (2). По-добра износоустойчивост може да бъде постигната при образци с УДДП, покрит с никел, захванати в матрица, получена в безтоков никелов разтвор (3).

- Метализацията на УДДП не променя микротвърдостта на композитните никелови покрития.
- По-висока износоустойчивост се получава когато никеловата матрица, се изгражда в разтвор "ЕФТТОМ-NICKEL", съдържащ метализиран УДДП.
- Пробите, съдържащи галванично захванат УДДП се износват по-бързо от тези, при безтоково захванат УДДП.
- Ние предполагаеме, че при галваничното захващане на УДДП, матрицата не е еднородна поради включването на електролит под УДДП. Нарастването на

матрицата при това е затруднено. Резултатът е отделяне на УДДП, което влошава износоустойчивостта.

- За по-добра износоустойчивост, ние предлагаме употребата на покрития от никелова матрица, отложена по химически (безтоков) метод с метализиран УДДП, в разтвор "EFTTOM-NICKEL".

За прецизиране на представените по-горе изследвания, предлагаме използването на сканиращ силов микроскоп – NanoScan. Той работи при атмосферни условия и силов контактен режим.

Основният принцип на работа на Сканиращия зондов микроскоп (СЗМ) се явява контрола на взаимодействието на много твърда игла с изследваната повърхност. В зависимост от типа СЗМ, се контролират различни характеристики на контакта: механическото взаимодействие (атомно-силов микроскоп), тунелния или електрически ток между острието и повърхността (тунелен микроскоп), магнитното взаимодействие (магнитно-силов микроскоп) и т.н.

Главното отличие на NanoScan се явява пиезорезонансния зонд (патентовано изобретение). Конструкцията на зонда позволява използването на разнообразни игли, както стандартните игли за СЗМ, така и необичайни за СЗМ диамантени индентори от различен тип, а именно C_{60} . Тази игла позволява измервания на твърдостта на свръхтвърди материали и покрития.

Литература:

- [1] F. D. Evelyn, "Industrial diamond", GE Corporate Research and Development, 2003, 01, report N 2001 CR D 026
- [2] www.attawaygems.com
- [3] GE Micron Products, www.geplastics.com
- [4] Li Chen Hui, "Diamond and graphite coated with polyalloys by an immersion method", "Surface Coatings Technology", **150** (2002) 7-163
- [5] D. D. Roshon "Electroplated diamond composite coatings Abrasive wear resistance", "Journal of Research and Development", **22**, (1978), 681
- [6] www.coated saw grits.com
- [8] С. Ставрев, Л. Марков, Ю. Караджов, А.Петрова, "Изследване на свойствата на взривно синтезиран УДДП", ЮНС " 40 години от първия полет на човек в космоса", ВВВУ " Г. Бенковски", 2001
- [7] S. Stavrev et al., US Patent No. 5353708 (1994)
- [9] Г. Гаврилов и Ц. Николов, "Безтоков (химически) никел и композитни покрития", "Техника", София, 85
- [10] З. Карагъзова и Ив. Иванова, "Повишаване ресурса на инструменти след отлагане на композитни покрития никел-диамант", Проект "Шипка", Sofia, 98
- [11] www.surfacetechology.com