

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАВАРЕН СЛОЙ С ДОБАВЕНИ НАНОРАЗМЕРНИ ДИАМАНТЕНИ ЧАСТИЦИ

**Пламен Ташев, Румяна Лазарова, Серьожа Вълканов,
Росица Димитрова, Владимир Петков**
weld@abv.bg, r.lazarova@ims.bas.bg, svalkanov@abv.bg, rossy@ims.bas.bg,
vladimir2pe@yahoo.com

*Институт по металознание, съоръжения и технологии "Акад. Ангел Балеvски" с
център по хидроаеродинами
бул. "Шипченски проход" 63, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: нанотехнологии, нанодиаменти, заваряване, наномодификатори, покрития, наваряване, металография, микротвърдост.

Резюме: Разработена е методика за създаване на хромово покритие с нанодиаменти върху специално подготвени образци, представляващи Т-образно заварено съединение с обособена кухина в областта на корена на втория шев. Подготвени са образци с нанесено хромово покритие и образци с хромово покритие и нанодиаменти (ND). Втория заваръчен шев е изпълнен върху двата вида образци с нанесените различни покрития. При металографското изследване на заварените съединения е установена разлика в микроструктурите в зоната на корена на заваръчния шев между образците с предварително нанесено хромово покритие и тези с хромово покритие и ND. В същата зона където се предполага че има най-голяма концентрация и влияние от въведените ND е регистрирано увеличение на микротвърдостта.

Наноразмерните частици и слоеве с добавени наночастици откриват възможности при създаване на нови технологии за получаване на неразглюбяеми съединения от съвременни конструкционни материали и за нанасянето на слоеве със специални свойства. Целта на настоящата работа е да създаде методика за получаване на покрития от Cr с добавени диамантени наночастици върху стомани, наваряване на така получените материали и металографско характеризиране на полученото наварено съединение.

1. Методика за получаване на покрития от хром с добавени диамантени наночастици върху стомана

Направени са предварителни изследвания на галванични покрития от хром върху стомана с добавени диамантени наночастици. Хромирацията електролит е със състав: CrO_3 - 220 g/l, H_2SO_4 - 2.2 g/l. Използваните плътности на тока и времетраенето на процеса са от 30 до 80 A/dm² и съответно 15 до 55 min. След оптимизиране на резултатите са избрани плътност на тока 45 A/dm² и 45 min времетраене на електрохимичния процес. Установено е, че при използване на тези покрития се наблюдава повишаване на

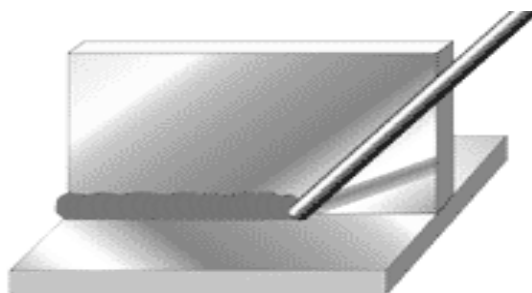
износоустойчивостта и микротвърдостта, а получените покрития са с по-дребнозърнеста структура. Използвани са диамантени наночастици, получени чрез детонационен синтез - NDDS. Същите са с размери в диапазона от 1 -50 nm.

Диамантените наночастици имат специфична повърхност около 300 m²/g [1,2] и характерни особености на своята структура [3], които обуславят високите им адсорбционни свойства. Съществено влияние върху качествата на диамантените наночастици оказва метода на тяхното получаване. Наночастиците, получени чрез детонационен синтез, се очистват по сравнително сложна схема [4]. За активиране на диамантените наночастици се използват електрозвуков и електромагнитен метод.

2. Методика на наваряване

2.1. Вид и подготовка на образците

Образците за наваряване и изпитване представляват Т-образни ъглови заварени съединения (фиг.1) с обособена кухина в областта на корена на наварения шев. Първоначално са правени опити за директно внасяне на диамантените наночастици в така получената кухина [6], но те не са дали добри резултати. Подготвени са образци с нанесено хромово покритие и образци с хромово покритие и нанодиаманти (ND). Заваръчният шев е изпълняван върху два вида образци с нанесени различни покрития. Образците са изработени от листов материал с дебелина 4 mm от конструкционна стомана S235 с химичен състав показан в таблица 1.



Фиг.1. Вид на завареното Т-образно съединение

Таблица 1. Химичен състав на стомана S235

C	Mn	P	S	N
0.17	1.4	0.045	0.045	0.009

Планките, от които се изработват опитните образци, се почистват предварително в местата където ще бъде разположен заваръчния шев, след което се прихващат. Предварителното почистване се прави с цел да бъдат избегнати всякакви негативни въздействия върху заваръчния шев (например корозия, окисление, замърсяване на повърхностния слой на образците).

Експериментите са проведени по метод на заваряване в защитна газова среда – МАГ (Процес 135 съгласно EN ISO 4063:2009). Процесът на заваряване е с големи възможности за автоматизация и е широко разпространен в индустрията и строителството.

2.2. Избор на защитен газ

Защитните газове при заваряване оказват влияние на процесите в дъгата, на преноса на метал, на външния вид на шева, на формата на провара, пръскообразуването и т.н. – те са основен фактор на влияние при заваряването в защитна газова среда.

При проведените експерименти е използвана газова смес феромикс М 21 по БДС EN 439. М21 е със съдържание 82% Ar и 18% CO₂. Областта на приложение на газовата смес е МАГ заваряване на нелегирани и нисколегирани конструкционни стомани.

2.3. Избор на заваръчен тел

Избран е заваръчен тел G3Si1 по БДС EN ISO 14341/2009г. с номинален диаметър 1.0 mm, който е подходящ за наваряване на използваната стомана и за постигане на желаната геометрия на шева. Химическото му съдържание е дадено в таблица 2.

Таблица 2. Химичен състав на тел G3Si1

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.076	0.87	1.48	0.01	0.012	0.13

2.4. Апаратура и режим на заваряване

Експериментите са проведени с апаратура Kempack Pulse 3000 (фиг. 2). Същата е предназначена за синергично заваряване, МИГ/МАГ пулс и двойно-пулсзаваряване. Стандартните програми са подходящи за различни материали.



Фиг. 2. Кемпакт Пулс 3000

Експериментите са проведени със следните параметри на режима на заваряване:

Скорост на телоподаване, $V_d = 6 \text{ m/min}$

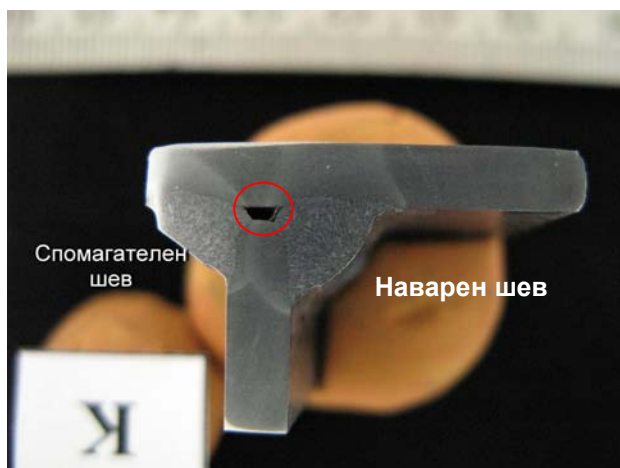
Сила на тока, $I = 141 \text{ A}$

Напрежение, $U = 19,7 \text{ V}$

Разход на защитен газ: 9 l/min

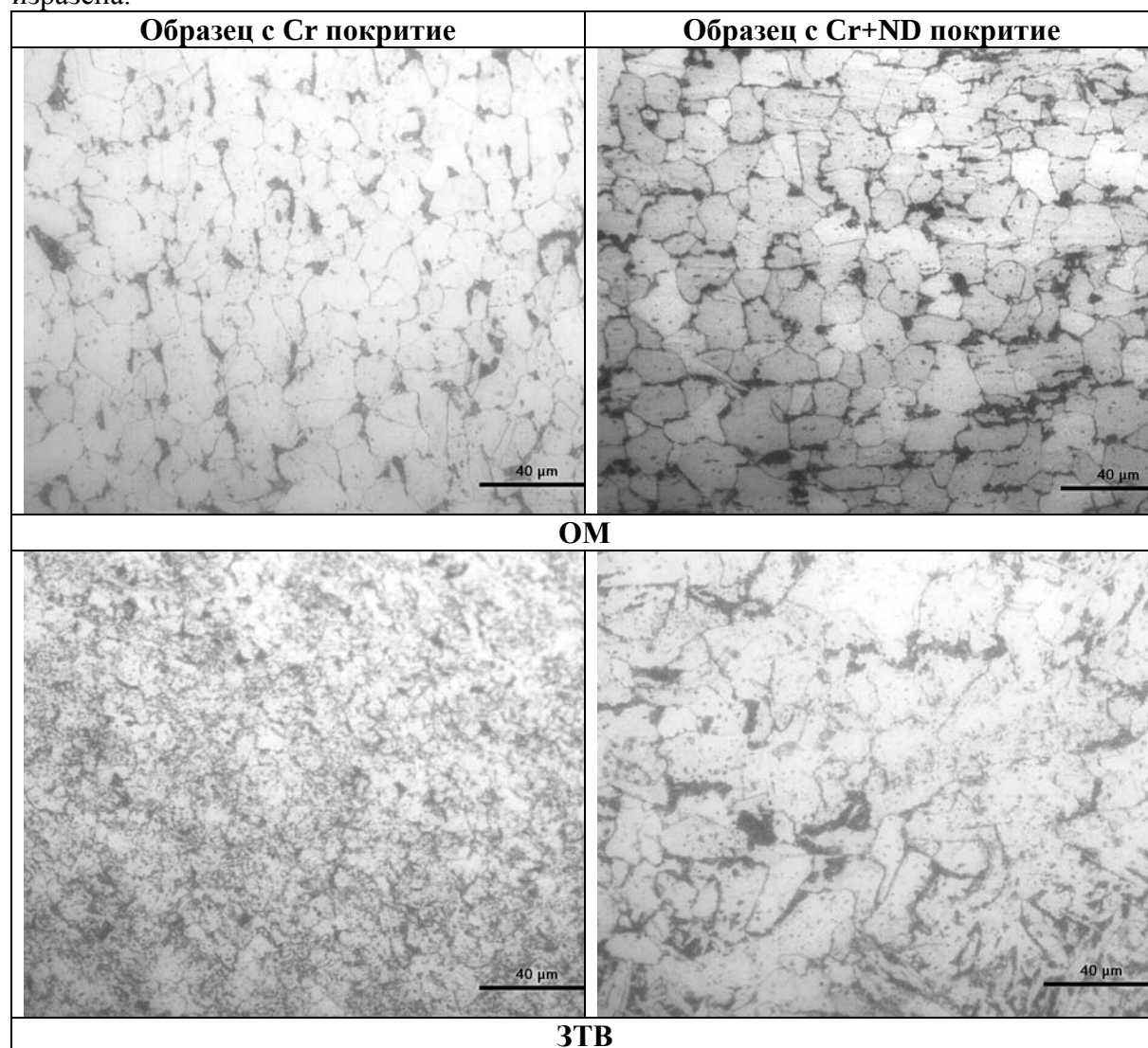
3. Резултати и дискусия

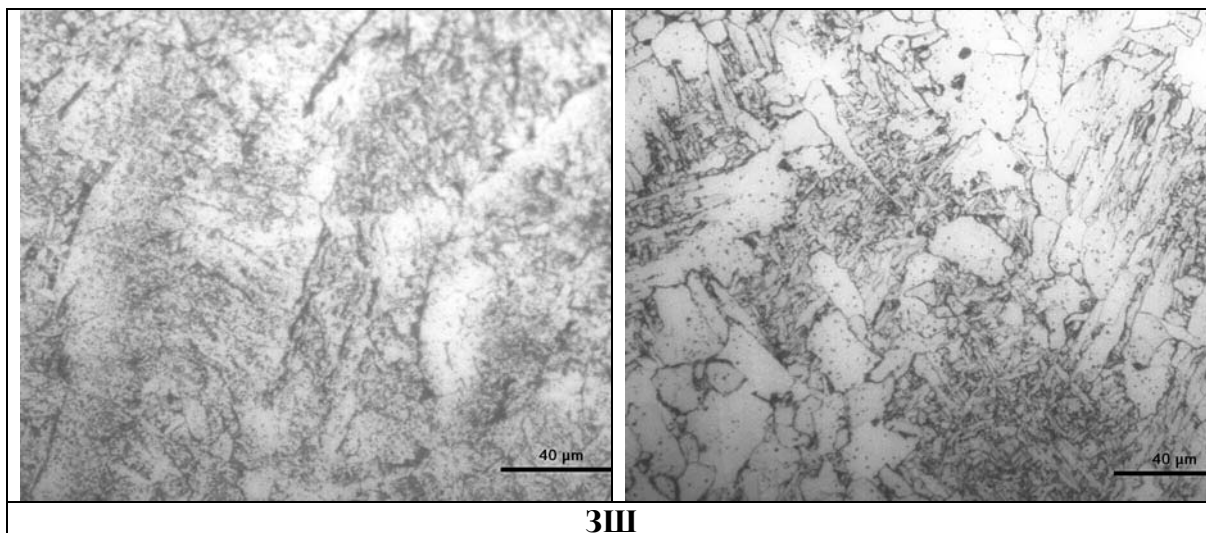
На фиг. 3 е показан общият вид на наварените съединения. Направени са наварени слоеве с Cr покритие и с Cr + ND покритие.



Фиг. 3. Общ вид на навареното съединение

Наварените ъглови съединения са подготвени за металографски анализ по стандартна процедура, като са мокро шлифовани и механично полирани. Проявени са с 4%-разтвор на HNO_3 в етилов алкохол. На фиг. 4 са показани микроструктурите в основния метал (ОМ), зоната на термично влияние (ЗТВ) и зоната на шева (ЗШ) на образца с Cr покритие и на образца с Cr+ND покритие. Микроструктурата на двата образца е феритно-перлитна, като перлита е разпределен преимуществено по границите на зърната. В ЗШ на образца с Cr+ND покритие се наблюдава Видмашетенова структура, а в образца с Cr покритие тази структура не е добре изразена.

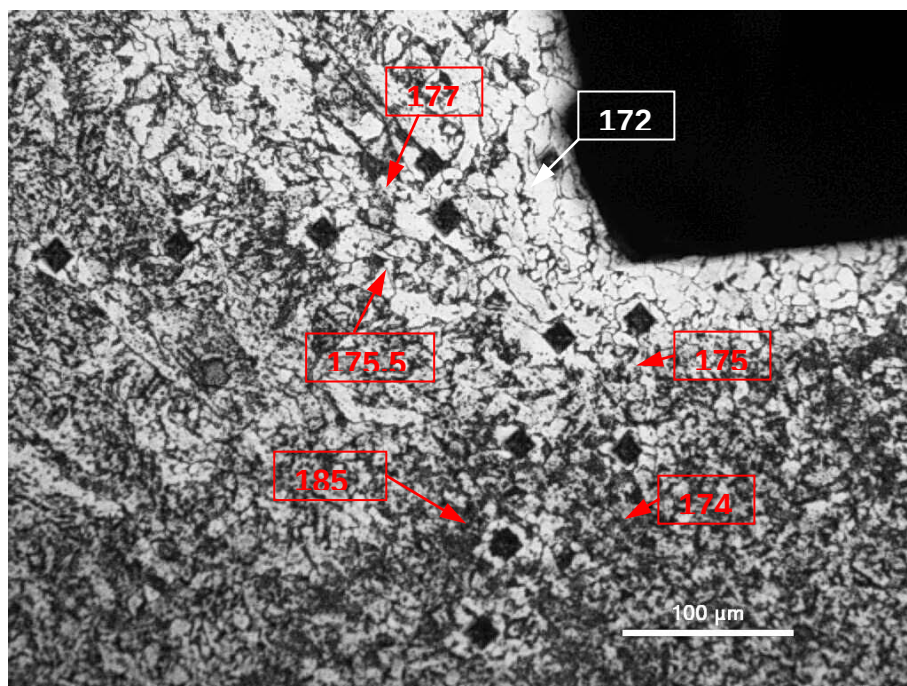




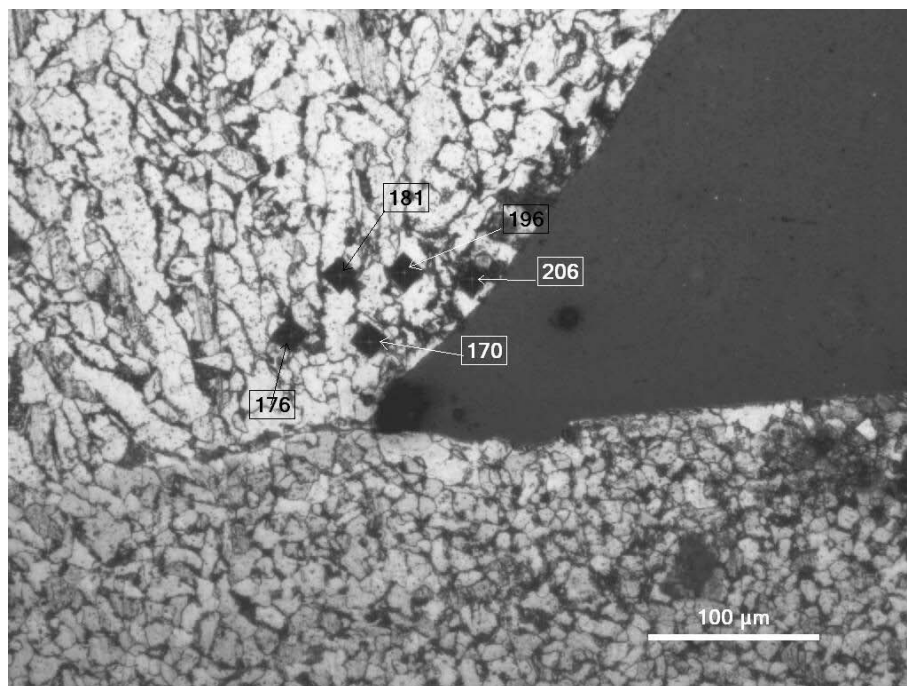
ЗШ

Фиг.4. Микроструктура в основния метал (ОМ), зоната на термично влияние (ЗТВ) и зоната на шева (ЗШ)

Установено е, че с въвеждането на диамантени наночастици в електролита се формират покрития от Сг с по-дребнозърнеста структура, която обезпечава повишаването на техните физико-механични свойства [5]. Микротвърдостта на покритията е определена на микрошлифове, изрязани от различните образци, с микротвърдомер Micro-Duromat 4000 при товар 50g, времетраене 10s и скорост на натоварване 10 g/s. На фиг.3 е отбелязано с червен кръг мястото, на което са измерени микротвърдостите, стойностите на които са дадени на фиг. 5 и фиг.6.



Фиг.5. Стойности на микротвърдостта, kg/mm^2 , в образец с Сг покритие



Фиг.6. Стойности на микротвърдостта, kg/mm^2 , в образец с Cr+ND покритие

На фиг. 6 е показан участък от навареното съединение, за който се предполага, че има най-голяма концентрация от диамантени наночастици, и съответния участък от образца само с Cr покритие (фиг.5). Вижда се, че има повишение на микротвърдостта с до 30 kg/mm^2 при образца с Cr+ND покритие. Въз основа на получените стойности на микротвърдостта може да се твърди, че се образува ивица около корена на наварения шев с по-голямо присъствие на наночастици, макар и не еднакво хомогенна. Ширината на тази ивица е около $70 \mu\text{m}$.

4. Изводи

- Създадена е методика за електрохимично нанасяне на хромови покрития, модифицирани с диамантени наночастици върху стомана.
- Чрез оптимизиране е определен състав за електрохимично отлагане на хром с диамантени наночастици върху Т-образни заварени съединения от стомана с концентрация на диамантените наночастици 25g/l , получени при плътност на тока 45A/dm^2 , времетраене на процеса 45 min и температура на електролита $50 \div 55^\circ \text{C}$.
- Създадена е методика за получаване на наварен шев в/у Т-образни заварени съединения от стомана с нанесени покрития от Cr и Cr+ND.
- Установено е, че микроструктурата на двата образца е феритно-перлитна, като в ЗШ на образца с Cr+ND покритие се наблюдава Видмашетенова структура, а в образца с Cr покритие тази структура не е добре изразена.
- Установено е увеличение на микротвърдостта в зоната на внасяне на нанодиаманти с до 30 kg/mm^2 при образца с Cr+ND покритие. Въз основа на получените стойности на микротвърдостта може да се твърди, че се образува ивица около корена на наварения шев с по-голямо присъствие на наночастици, макар и не еднакво хомогенна. Ширината на тази ивица е около $70 \mu\text{m}$.

Разработката е спонсорирана от договор № 6ИФ-02-4/15.12.2012год., финансиран от ИАНМСП чрез Националния иновационен фонд.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Dolmatov Y. Yu., T. Fujimura, G. K. Borkat, E. A. Orlova and M. V. Veretennikova, Preparation of wear-resistant chromium coatings using different types of nanodiamonds, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, vol. 42, No 11-12, 2003.
- [2]. Mandich N. V. and Y. K. Dennis, Codeposition of nanodiamonds with Chromium, Metal Finishing, June 2001, 117.
- [3]. Viet-Hue Nguen, Thi-Nam Hoang, Ngoc-Thong Nguyen, Sik-Chol Kwon, Man-Kim, Joo-Yul Lee, Cr/nanodiamond composite plating with cobalt cation additive, Transactions of Nonferrous Metal Society of China, 19 (2009), 975 – 978.
- [4]. Petrov I., P.Detkov, A.Drovosekov, M.V.Ivanov, T.Tyler, O.Shenderova, N.P.Voznekova, Y.P.Toporov, D.Schulz, Nickel galvanic coatings co-deposited with fractions of detonation nanodiamond, Diamond and related Materials, 15 (2006) 2035-2038.
- [5]. Kandeve M., N.Hristov, N.Tonchev, E.Assenova, Tribological Study of Cladded Bimetallic Coatings, Solving Friction and Wear Problems, 17th International Colloquium Tribology, Esslingen, Germany, 19-21 January , 2010.
- [6]. Plamen Tashev, Seryoja Valkanov, Peter Petrov , Emilia Balabanova, “Microstructure of gas metal arc welded carbon steel with nanoparticles” 14th International workshop on Nanoscience and Nanotechnology, NANO'2012, Sofia, Bulgaria, 22- 23 November 2012

EXAMINATION OF OVERLAID WELD CLADDING WITH ADDITION OF NANOSIZED DIAMOND PARTICLES

**Plamen Tashev, Rumyana Lazarova, Seryoja Valkanov,
Rositsa Dimitrova, Vladimir Petkov**

weld@abv.bg, r.lazarova@ims.bas.bg, svalkanov@abv.bg, rossy@ims.bas.bg,
vladimir2pe@yahoo.com

***Institute of Metal Sciences, Equipment and Technologies "Acad. Angel Balevski"
with Hydro-aerodynamics Centre 63, Shipchenski prohod, 1574 Sofia,
BULGARIA***

Key words: nano technologies, nano diamonds, welding, nano modifier, plating, overlay weld cladding, metallography, micro hardness.

Abstract: A method for deposition of chrome finish with nano-diamonds on specially prepared samples representing T-shaped weld joints with a separate cavity in the area of the root of the second seam is developed. One group of samples are prepared with chrome plating and the other group is prepared with chrome-nano diamonds (ND) plating with. The second seam is applied on the both types of samples with different plating. During the metallographic examination of the weld joints, difference was found in the microstructures of the root zone between the two types of samples. Increased micro hardness is registered in the root zone, which is supposed to contain the highest concentration of ND particles and hence to be the most strongly influenced by them.