

ЗНАЧЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ В ПРОИЗВОДСТВОТО НА НАНОДИАМАНТИ

Нончо Димитров

*Университет за национално и световно стопанство
e-mail: noncho_dimitrov@abv.bg*

Ключови думи: космическо материалознание, нанотехнологии, нанодиаманти

Резюме: *Обект на доклада са космическото материалознание и приносът му в създаването и използването на нанотехнологиите. Вниманието е фокусирано върху нанотехнологиите като микрочастици, които могат да променят света. Основна цел е да се разгледат по-подробно приложенията на нанодиамантите, като особено внимание е обърнато на тяхното производство и мястото им в промишлеността у нас. Главната задача е да се докаже огромното значение на България като производител на нанодиаманти.*

THE IMPORTANCE OF BULGARIA IN THE PRODUCTION OF NANODIAMONDS

Noncho Dimitrov

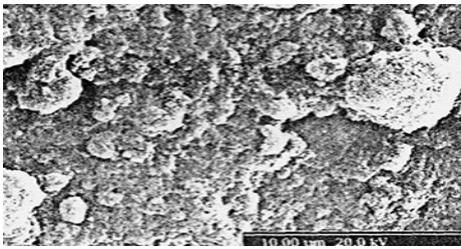
*University of National and World Economy
e-mail: noncho_dimitrov@abv.bg*

Keywords: *space science, nanotechnology, nanodiamonds*

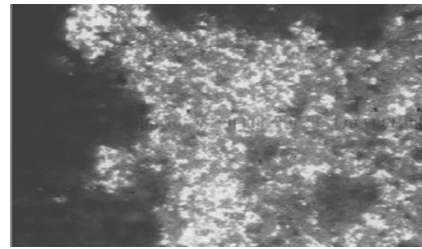
Abstract: *Object is space science and its contribution to the creation and use of nanotechnologies. Attention is focused on nanotechnologies as microparticles that can change the world. The special purpose is to examine in detail the applications of nanodiamonds, with particular attention to their production and their place in the industry in our country. The main task is to prove the immense importance of Bulgaria as a producer of nanodiamonds.*

Въведение

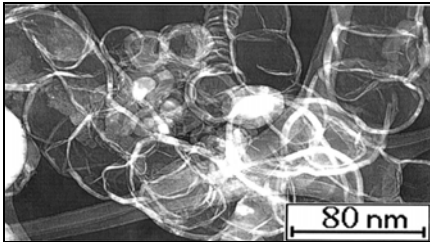
Двадесет и първи век – живеем в динамична и бързоразвиваща се среда. Бъдещето е неясно. Всеки ден се появяват все повече нови и нови технологии, всяка от които „представя“ себе си като технологията, която ще промени света. Има обаче една микроскопична частица с размер 0,000000001 част от метъра, която благодарение на своите свойства – твърдост, устойчивост и термична стабилност, е приложима в почти всяка една област, позната на човека – наночастицата. В днешно време бариери пред науката и технологията почти вече не съществуват и тези микроскопични частици могат да се използват под различни форми, както в промишлеността, така и в медицината, инженерството, електрониката и др. Всяка една от тях е част от структурното разнообразие на нановъглерода (Фиг. 1., Фиг. 2., Фиг. 3., Фиг. 4.). Особено важно значение имат нанодиамантите и най-вече тези, които се получават при процеса на детонационен синтез на въглеродорода. Този процес е предпочитан поради своята простота, висока производителност и ниската си цена. Освен това тези частици не замърсяват околната среда. Засега само 3 държави в света произвеждат нанодиаманти – Русия, Украйна и България. У нас тези частитици се добиват в рудничната галерия в Рудозем. Годишно се произвеждат около 3 000 000 карата (600 кг) нанодиаманти, които се продават на цена от около 1–2 щатски долара за грам. Галерията в Рудозем работи по технологии, патентовани от секция „Космическо материалознание“ към Института за космически изследвания е технологии към БАН (ИКИТ–БАН).



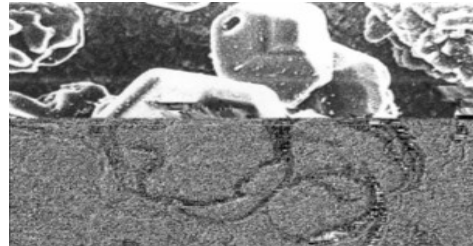
Фиг. 1. Детонационни нанодиаменти



Фиг. 2. Фулерени



Фиг. 3. Въглеродни нанотръбички



Фиг. 4. Нова фаза

Космическо материалознание и нанотехнологии

Космическото материалознание представлява синтез и изучаване на нови материали с аерокосмическо приложение и приложение в промишлеността. В България секция "Космическо материалознание" към ИКИТ-БАН спада към един от четирите приоритета на Националната програма за космически изследвания (НПКИ), а именно – "Фундаментални космически изследвания". Тези направления съвпадат с основните принципи на Европейската космическа програма (ЕКП), която стартира своята дейност през 2008 г. по решение на Европейския съюз и завърши през 2013 г. Целта на програмата бе координиране и обединение на изследванията на стария континент, с цел настигане на САЩ и Япония, а също така и определяне на стратегическите направления, отговарящи на интересите на човечеството [1]. Докъде обаче стигнахме?

През 2015 г. България стана официален член на Европейската космическа агенция (ЕКА). С тази стъпка тя получава възможността български студенти и учени да работят по програми на ЕКА, да се открият нови работни места и най-вече да се развиват високите технологии у нас. Именно в този сектор важна роля играе секцията "Космическо материалознание".

Предмет на нейната дейност са научни и научно-приложни изследвания (експериментални и теоретични) в областта на синтеза и изучаването на нови перспективни материали, получаване на нови модификации на съществуващи материали и приложението им в космическите изследвания, промишлеността и сигурността на страната.

Експериментните изследвания са свързани с:

- Модификация и приложение на получаван по взривен метод диамантен прах (разнообразие от модификации с различни размери);
- Разработването и използването на нови композитни материали и покрития с подобрени физико-механични показатели (материали с адаптивна повърхностна структура, износоустойчиви покрития, материали с уякена повърхност), както чрез методите на вакуумната трибология, така и чрез отлагане на покрития по безтоков метод. Провеждат се и теоретични изследвания;
- По разпространението на ударни вълни в твърди тела и дискретни среди. Основната цел е да се изследва реакцията на тези системи при взривноимпульсно въздействие и по тази реакция да се получи информация за техните термофизични свойства. Тези резултати могат да бъдат приложени при математическо моделиране на разпространението на ударни вълни в твърди тела и дискретни среди и при получаване на композиционни материали чрез взривно пресуване на прахови смеси [1].

В промишленото производство надеждността за работа на машините и апаратите зависи от физико-механичните им, които се определят в зависимост от характеристиките и

качествата на повърхността на детайлите. Именно поради тази причина разработването на нови техники за нови повърхностни обработки на материалите има все по-голямо значение. В тази връзка не може да не се отчете все по-голямата популярност, която набират наноразмерните частици при изследванията в областта на нанотехнологиите. Тази важност те получават благодарение на изключителните си физико-механични свойства, обусловени от малкия им размер.

В сравнени с материалите с микронни размери, наноматериалите проявяват различни и дори нови уникални свойства. Те се използват като наноразмерни уякчаващи частици с цел подобрене на физико-механичните свойства на покритите повърхности като едновременно с това се откриват и нови перспективи за тяхното приложение в много отрасли на индустрията, в които работните детайли са подложени на корозия, износване, високо натоварване, което обяснява големия интерес от страна на учените към по-задълбочени изследвания в тази област.

Днес нанотехнологиите са широко разпространени. Регистрирани са повече от 100 000 патента в тази област като тези технологии са приложими почти във всяка сфера – козметични продукти, перилни препарати, опаковки, в някои храни и витамини за хора, животни, растения, в медицината – експериментални медикаментозни лечения на злокачествени тумори, в областта на молекулярната генетика, експериментални опити за пречистване на кръвта от токсини, в технологиите – компютри, смартфони, таблетки, лаптопи и др., при производството на „самопочистващи се“ повърхности – автомобилни стъкла, душове, покривни керемиди и дори някои облекла, в електрониката, строителството и инженерството. Нанотехнологиите имат огромно приложение и огромно значение. Те изучават подобренията при материалите на атомно, молекулно и микромолекулно ниво. През последните години са разработени много нови материали, чиито приложения дават възможност за създаване на технологични нововъведения. Материалознанието на нанониво се идентифицира като една от ключовите технологии на новото хилядолетие, а сканиращите методи са универсално средство за изследване и анализ на получените иновативни материали. Добавянето на въглеродни нанофази и нанодиаменти променя структурата и свойствата, като води до получаване на нови композитни материали, които се използват в различни области на промишлеността.

У нас тези „частички с микроскопични размери, които могат да променят света“ (проф. Ставри Ставрев, бивш ръководител на направление „Космическо материалознание“) се добиват по взривен метод в галерията в Рудозем, като придобитият диамантен прах се изнася за страни като САЩ, Русия и Япония. За съжаление самите нанотехнологии обаче не са толкова развити, колкото би ни се искало.

Характеристика и приложения на нанодиаментите

Изследванията на Космоса и наблюденията показват, че от 10 до 20 % от въглерода в междузвездното пространство е под формата на нанокристални диаманти. Нанотехнологиите и нанотехниката са приоритетни направления в научно-техническото развитие на човечеството. Това е изкуството да се създават и да се оперира с обекти, чиито размери са от порядъка от 1 до 100 nm в едно или повече измерения ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10^{-6} \text{ mm} = 10^{-3} \text{ um} = 10 \text{ \AA}$) [2]. Този диапазон се нарича наномасщаб, в който материалите могат да показват нови свойства, което позволява създаването на иновативни материали и устройства. Нещо повече нанодиаментът, заради своите характерни свойства – твърдост, устойчивост и термична стабилност, може да бъде използван като:

- уякчаваща добавка при отлагането на никелови покрития по безтоков метод. У нас за първи път детонационен нанодиамант е използван в ИКИТ-БАН, секция „Космическо материалознание“ – DND, получен по US Patent 5353708, при отлагане на композитни никелови покрития. Доказано е подобрене на физико-механичните свойства на покритията Ni/Ni+DND, в сравнение с тези на покритията, Ni, Ni/Ni+DND+NB, Ni+ μ сBN след термообработка при 290 °C за 6 часа.
- наномодификатори за получаване на твърди композитни материали (метални или полимерни) за нуждите на промишлеността;
- модифициран нанодиамант с цел подобряване на експлоатационните свойства на смазочни масла;
- модифициран нанодиамант за пречистване на отпадни води;
- особено голям е интересът към нанодиаментите, получени оп взривен метод по време на криза, тъй като някои от техните приложения се свързват с икономия на гориво при автомобилните двигатели и повишаване на износоустойчивостта на машинните детайли. Тази технология за производство на нанодиаментите е разработка на проф. Ставри Ставрев, бивш ръководител на направление „Космическо

материалознание“. Той е автор на 6 открития в нанотехнологиите, патентовани в САЩ, както и на 32 практически разработки за тяхното прилагане.

Имат ли възможност за развитие у нас нанотехнологиите?

Технологията, разработен от проф. Ставрев за получаване на нанодиаменти чрез взривен синтез се използва успешно у нас в рудничната галерия в Рудозем, със съдействието на фирма “Nano SS”, Смолян. За момента тази фирма е единственият производител на нанодиаменти в ЕС, по силата на лицензионен договор с проф. Ставрев, посочва БТА. В неработещата галерия чрез контролирани взривове в специална камера, учените успяват да произведат миниатюрните частици. След взривния синтез, пречистването и обработката, се получават продукти, които могат да се използват в различни сфери на промишлеността. Така например, прибавени към моторните масла, тези частици снижават триенето в двигателите с вътрешно горене. Този процес реализира икономия от порядъка на 7 до 10 %, а също така се повишава и износоустойчивостта на машинните детайли. Тези резултати са доказани чрез тестове през 2011 г., направени в обществения транспорт на град в Гърция, в резултат на което се стига до сключване на договор за доставка на оптимизатор на моторни масла на гръцката транспортна фирма [4]. Сред клиентите и партньорите на „Nano SS“ в момента са гръцка община, транспортни фирми, включително и корабни, както и компании от Европа и от Близкия изток.

Този договор обаче е само началото за проф. Ставрев. До смъртта си през 2016 г. той не спира да работи по приложението на детонационните нанодиаменти и бе на път да привлече като инвеститори у нас САЩ, Южна Корея и Русия. Но след смъртта на професора тези взаимоотношения все още остават неясни.

Все пак нанодиаментите са една от големите надежди на учените най-вече в борбата с рака. Дълги години най-големите изследователски центрове в Русия, САЩ и Япония, използват именно българският диамантен прах. Проф. Ставрев се превърна в създателят на българското лекарство срещу рака. Неговото лекарство „Ставринол“ вече е пуснато в Русия, а са започнати и подстъпи за производството му у нас. Ефектът от лечението със „Ставринол“ бе представен и обсъден на специален форум, организиран от изследователска агенция „Фасуми“. „Нанодиаментът не реагира при здравите клетки. Те са свободни, те са отпуснати клетки и не се привличат от нанодиаманта, докато туморните клетки салакоми го привличат и той вкарва химиотерапите вътре в тях. Така полепнали по нанодиаментите, лекарствата отиват директно в раковата клетка, без да тровят останалите. Туморът умира тотално и безвъзвратно с минимални дози от химиопрепарата“ – заяви професорът по време на представянето му.

Уякчаващото свойство на наночастиците също така позволява използването им в технологиите за създаване на бронезилетки. Всяка бронезилетка е създадена с цел да предпазва от проникването на куршума в тъканта. Но дори и тъканта да не бъде пробита, куршумът може да нанесе сериозни травми и наранявания. Поради тази причина е необходимо да се намери начин, силата, с която куршумът се удря в тялото, да бъде максимално намалена. В САЩ компанията First Choice Armor използва нановлакна в матрицата на производство на своята линия жилетки N-Force, 2008 г. Благодарение на тази технология, по време на удар, благодарение на наночастиците, силата на съприкосновението се разпространява върху по-голяма площ, намалява силата на удара и спомага за намаляването значително на последващите травми.

Подобен метод е бил приложен и у нас. Още през 1996 г. секцията „Космическо материалознание“ към ИКИТ-БАН успява да създаде уникална алуминиева сплав с диамантен прах, използван като уякчаваща частица. Резултатите са безспорни – 12 mm броня може да спре всеки военен куршум, а за да куршум от пистолет е нужна само 5,5 mm броня. Това драстично променя теглото на една бронезилетка от 15.5 kg до 6 kg. От полицията правят заявка за 1500 бройки при стойност от 160 евро за брой. По това време обаче те нямат достатъчна наличност в бюджета, а от своя страна БАН също не могат да отдадат стоката на консигнация. Създадените от ИКИТ-БАН бронезилетки до ден днешен събират прах в Института, а технологията за тяхното изработване, остава една забравена теория.

Работи се и по много други проекти, с които да може да се увеличи приложението на нанодиаментите – вече завършен проект за диамантени въжета за рязане на камък, включването на нанодиаментите като смазващ елемент в смазочните масла, както и използването им в алуминиеви сплави при производството на носещи конструкции в авиотехниката и космическите летателни апарати.

У нас още една компания работи в областта на нанонауките – „Нанотехплазма“, но тя ограничава своите изследвания само в областта на биомедицината. Създадена едва преди 3 години, компанията вече има патенти в ЕС, САЩ и Швейцария, където смята да бъдат и

основно нейните пазари. Макар и за момента да не са остойнотени, патентите на „Нанотехплазма“ са най-ценният им актив. В Швейцарския патентен институт е регистриран патентът "Лазерен директен синтез и отлагане на нанокмозитни материали или наноструктури". А в Германия, САЩ и в ЕС е регистриран патентът "Метод и устройство за отлагане на тънки слоеве, по-специално за производство на многослойни покрития, нанослоеви, наноструктури и нанокмозити".

Можем ли да повишим производството на нанотехнологии у нас и каква полза ще донесе това за страната ни?

Да, възможно е това производство да се повиши. С оглед на дългогодишните изследвания, на десетките патенти, които са придобити, най-вече с оглед на съществуващата галерия за добив на нанодиаменти у нас, това производство би могло да се повиши. Нужно е разбира се, да се отдели огромно внимание на финансовия аспект – финансирането, тъй като до момента, както стана ясно, тези проекти се осъществяват посредством чуждестранни капиталовложения. Евентуалното реинвестиране на печалбата не само в нови изследвания, но и в разширяване на самите заводи, както и евентуалното създаване на нови, би довело не само до повишаване на производството, но и до разкриването на нови работни места у нас. С оглед на членството на България в ЕС, както и в ЕКА, тези възможности се увеличават още повече, най-вече като се има предвид възможностите за финансираня по различни европейски програми, а също така и привличането на нови клиенти и сътрудници.

Друг е въпросът дали учените и предприемачите, работещи в тази сфера, ще съумеят да използват тези плюсове и да изведат страната ни на едно ново и доста по-високо равнище в хай-тек технологиите.

Изводи

- С напредъка на новите технологии наночастиците придобиват все по-голямо значение, заради своите физико-механични свойства, както и заради опростения и сравнително по-евтин метод на тяхното добиване;
- Наночастиците, и в частност нанодиаментите имат широкоразпространено приложение, което позволява употребата им във всяка една сфера на производство;
- България е една от трите страни в света, производителка на нанодиаменти, което я прави важна част от света на нанотехнологиите.

Заклучение

България има огромно значение като производител на нанодиаменти. Не само че се превръща в един от основните доставчици за света, но по-важно е, че това позволява на учените у нас да разработват и патентоват различни методи за подобряване физико-механичните свойства на материалите, за подпомагане решаването на голям брой технически задачи и приложения, за тестването и създаването на различни медикаментозни лечения, както и за използването им във всички направления на биомедицината. Наночастиците са чудотворните частици на бъдещето, които позволяват чрез използването им да се постигнат най-добри резултати при минимални разходи. Важно е развитието на нанотехнологиите у нас да се разглежда с приоритет, тъй като то би имало огромно положително влияние върху развитието на медицината, промишлеността, икономиката и т.н.

Литература:

1. Проект на Министерски съвет на Република България и Междуведомствена комисия по космически изследвания "Национална програма за космически изследвания и осъществяване на дейности по нейната реализация"
2. Карагъзова, З. Микро- и наноструктурни композитни никелови покрития, отложени по безтоков метод. Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен "Доктор" . ТУ – София, 2014.
3. Петрова, А. Структура, свойства и приложения на детонационни нанодиаменти. Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен "Доктор" ИКИТ-БАН", София, 2016.
4. Нанодиаменти се произвеждат в руднична галерия в Рудозем" - www.inews.bg