



## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен „Доктор” в

**Научна област :** 4. Природни науки, математика и информатика

**Професионално направление:** 4.1. Физически науки

**Научна специалност:** Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя

Автор: **маг. физик Анна Петрова Петрова**

Тема: **„СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПРИЛОЖЕНИЯ НА ДЕТОНАЦИОННИ  
НАНОДИАМАНТИ”**

**Рецензент:** проф. д-р инж. Жулиета Атанасова Калейчева, ТУ – София,  
тел: 02/965.2912 (служ.); 0898726788(моб.); e-mail: [jkaleich@tu-sofia.bg](mailto:jkaleich@tu-sofia.bg)

### 1. Биографични данни

Анна Петрова Петрова завършва СУ–„Св. Кл. Охридски“, през 1996 г. и придобива квалификация „Магистър Физик“. Започва работа като преподавател по физика и астрономия в 15 СОУ „Адам Мицкевич“, след което в 23 СОУ „Федерик Ж. Кюри“. В 1998 г. постъпва в ИКИТ–БАН, където работи последователно като физик, н. с. III ст., н. с. II ст., главен асистент, а в настоящия момент - като асистент. Занимава се с материалознание и с изследване влиянието на добавки от наноразмерни частици върху физико-механичните свойства на материалите. Има 36 научни публикации.

### 2. Тема и актуалност на дисертационния труд

Въглеродните наноструктури, към които се отнася нанодиамантът, са обект на интензивни и задълбочени изследвания. Темата на дисертацията е свързана с получаване, изследване и приложение на наноразмерни частици от диамант, синтезирани по детонационен метод. Изследванията са проведени за проби от детонационни нанодиаменти (DND), синтезирани от ВВ с отрицателен кислороден баланс по метод, защитен с патент (US Patent №5353708/1994). В дисертационния

труд са решени задачи, отнасящи се до: определяне на химичните и физико-механичните свойства на DND; изследване на функционалните групи от обвивката на DND; модифициране на повърхността на нанодиаманта и създаване на бариери за предотвратяване на вторична агрегация; анализ на приложенията на DND в практиката.

Темата на дисертацията е свързана с получаване и изследване на въглеродни наноструктури и както от научна, така и от гледна точка на приложимост на получените резултати, е безспорно актуална.

### **3. Обзор на цитираната литература**

Дисертационният труд се състои от 4 глави. Той съдържа 75 фигури и 21 таблици и 2 приложения. За преглед и оценка на проблематиката, съдържаща се в литературата в дисертацията са използвани 171 литературни източника (41 на кирилица и 130 на латиница). Анализът на съществуващите изследвания по темата на дисертацията в глава 1 е направен компетентно и аргументирано. Описани са различните видове нанодиаменти и методите за синтез на нанодиаменти. Подробно са разгледани детонационните методи за синтез на нанодиаменти, тяхната модификация, която включва допълнително изчистване, обработка на повърхността, деагломерация и фракциониране по размер, както и приложенията на нанодиаментите. Литературният обзор завършва с изводи и формулиране на целта и задачите на дисертацията.

### **4. Методика на изследване**

В дисертационния труд са използвани разнообразни методи на изследване: рентгеноструктурен анализ (XRD), оптична металография (LM), сканираща и трансмисионна електронна микроскопия (SEM и TEM), атомно-силова микроскопия (AFM) и микроскопия със сканираща сонда (SPM). За определяне на химичния състав и разпределението на елементите е проведен енергийно-дисперсионен рентгенов микроанализ (EDX), рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS) и спектрален анализ. Определен е размерът на частиците DND и разпределението им чрез MASTERSIZER-200/512. Чрез сканиращ микроскоп и нанотвърдомер NANOSCAN са изследвани релефа и структурата на повърхността на образците и са измерени твърдостта и еластичността. Обект на изследване в дисертацията са следните материали: детонационни нанодиаменти (DND), композитни материали на основата на DND с добавки от материали с добра топлопроводност, полимерни композитни материали на основата на каучук с въведени сажди (наноразмерни въглеродни фази NCP), смазочни материали с добавка от DND, безтокови композитни покрития на никелова и калаена основа с уякчаваща добавка от DND, биоактивно стъкло  $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  с добавка от DND (BG/DND) и др.

Считам, че използваната методология е подходяща за поставената цел и задачи в дисертацията и позволява доказването на постигнатите резултати.

## 5. Приноси на дисертационния труд

Считам, че резултатите от проведените изследвания съдържат следните по-значими научни, научно – приложни и приложни приноси:

1. Получени са нови експериментални данни за морфологията, химичните и физико-механичните свойства на наноразмерни частици от диамант, получени по детонационен метод, защитен с патент (US Patent №5353708/1994). Определена е структурата и микропримесният състав на детонационния нанодиамант (DND);
2. Разработени са физико-механични модели за влиянието на размера и количеството от DND с цел получаване на уякчаващ ефект при въвеждането му като добавка в композитни материал (метални и полимерни) за приложения в индустрията;
3. Определена е термичната стабилност на детонационния нанодиамант (DND). Установено е, че температурата на графитизация на DND във въздушна среда е  $950^{\circ}\text{C}$ , а при нагряване в инертна атмосфера ( $\text{N}_2$ ) е  $1100^{\circ}\text{C}$ ;
4. Разработени са технологични процеси за синтез на композити и свръхтвърди материали, съдържащи DND (DND/ $\text{AlN}$ ; DND/ $\text{SiC}$ ; DND/ $\text{Cu}$ ; DND/ $\text{SiC}$  и др.) за приложения в микроелектрониката и като обработващи инструменти;
5. Разработени са нови каучукови еластомерни композити, в които като пълнители се използват наноразмерни въглеродни фази (графит и диамантен прах). Установено е повишаване на физико-механичните характеристики и понижаване на изтриваемостта на вулканизати, съдържащи уякчаващи наноразмерни въглеродни частици;
6. Установено е подобряване на експлоатационните свойства на смазочни масла чрез въвеждането на добавки от модифициран детонационен нанодиамант;
7. Установено е влиянието на добавки от детонационен наноразмерен диамант DND, вградени в безтокови композитни никелови покрития  $\text{Ni}+\text{DND}$ , отложени върху стомани, и в безтокови композитни калаени покрития  $\text{Sn}+\text{DND}$ , отложени върху мед, върху структурата и физико-механичните свойства на покритията;
8. Получена е база данни за структурата, свойствата и приложенията на изследваните в дисертацията наночастици от диамант, която може да послужи при разработването на стандарти за детонационните нанодиаманти.

## **6. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Авторът е публикувал резултатите от дисертацията в 6 броя публикации. Четири от публикациите са написани на английски език и две – на руски език; три от работите са публикувана в чужбина и три – в България. Трудовете са публикувани в български списания (3 бр.) - Nanoscience & Nanotechnology 2004, 2009, 2014 и в сборници на международни научни конференции (3 бр.) – Artcast 2010, Galati; Новейшие разработки российских и болгарских организаций в области нанотехнологии и наноматериалов, Федеральное агенство по науке и инновациям, Москва, 2009. Не са представени данни за цитирания на публикациите.

Считам, че количеството на публикациите е достатъчно за степен "Доктор" и представя част от получените резултати, описани в дисертацията.

## **7. Авторство на получените резултати**

Представените 6 броя публикации по темата на дисертацията са в съавторство с научния ръководител на докторанта - проф. д-р С. Ставрев и с други учени. В пет от публикациите авторът е на първо място и в една от тях – на трето. Представените публикации са по темата на дисертацията и личният принос на дисертанта е безспорен.

## **8. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е в обем от 44 страници и съдържа обща характеристика, основно съдържание на дисертационния труд, заключение, приноси, списък с научните публикации по темата на дисертацията, литературни източници и резюмета на дисертационната работа на английски език и на руски език. Съдържанието на дисертационния труд е представено коректно, точно и ясно. Всяка от четирите глави е описана кратко и завършва с изводи, след което следва заключение към дисертационния труд. В гл. 1 е направен преглед на съществуващите изследвания по темата на дисертацията. Гл. 2 е посветена на методи за анализ на въглеродните наноструктури. В гл. 3 са изследвани свойствата на DND, а в гл. 4 са описани приложенията на DND (за метални и полимерни композитни материали; като добавка в смазочни масла; като уякчаваща добавка в безтокови композитни покрития на никелова и калаена основа; за химично никелиране на частици от DND; за протези и импланти; за пречистване на замърсени води; за биоинертна керамика). За доброто възприятие и разбиране на работата допринасят и илюстрациите в автореферата. Включени са най-характерните микроструктури, графики, таблици и схеми, доказващи основните резултати на разработката. Представен е списък с шест научни публикации на докторанта по



темата на дисертацията. Като цяло авторефератът дава достатъчно пълна и ясна представа за съдържанието на работата и приносите на дисертационния труд.

### 9. Забележки по дисертационния труд

Общото ми впечатление от оформянето на дисертационния труд е добро. Към работата имам следните забележки:

1. В гл. 1 можеше да бъде включена точка, в която кратко да бъдат описани различните въглеродни наноструктури, една от които е нанодиамантът;
2. Резултатите от експериментите в гл. 4 (т. 4.2.1) са описани кратко, без анализ на връзката между структурата и свойствата на различните материали с цел приложението им в микроелектрониката и като обработващи инструменти;
3. Като цяло в текста на дисертацията липсва достатъчна задълбоченост в описанието и тълкуването на резултатите от проведените изследвания;
4. В списъка с публикации по темата на дисертацията липсва самостоятелна публикация на докторанта.

Критичните бележки не намаляват качествата на дисертационния труд. Някои от тях (№2 и №3) имат препоръчителен характер относно бъдещата научно-изследователска дейност на докторанта. Считаю, че като обем и значимост на постигнатите резултати работата притежава качествата на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

### Заклучение

Считаю, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа** да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор“ от **маг. физик Анна Петрова Петрова** в област на висше образование - 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление - 4.1. Физически науки, научна специалност - Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя.

10.09.2016 г.

Подпис: ...../П/.....  
/проф. д-р инж. Ж.Калейчева/

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

