

## СТАНОВИЩЕ

**От:** доц. д-р инж. Димитър Милков Христанов – Минно-Геоложки Университет „Св. Иван Рилски“, катедра „Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи“

**Относно:** Дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен “доктор” в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“ (нанотехнологии и материали за приложения в космическите изследвания).

**Автор дисертационния труд:** гл. ас. инж. Людмил Георгиев Марков, докторант на самостоятелна форма на обучение към ИКИТ – БАН, с научен консултант проф. д-р Димитър Теодосиев.

**Тема на дисертационния труд:** „Метод за синтез на наноразмерен диамант (НД), за приложение в материали за космически експерименти“.

**Основание за представяне на становището:** Участие в състава на Научно жури утвърдено съгласно заповед № 73 от 30.06.2017 г. на Директора на ИКИТ – БАН.

### Преглед на дисертационния труд:

Представеният ми за становище дисертационен труд е изложен на 128 страници текстова част, 32 фигури, 14 таблици, снимков материал и 164 литературни източника. Дисертационният труд се състои от следните основни части: списък на съкращенията, фигурите и таблиците, увод, пет глави, заключение и използваните източници.

**Увод:** В увода са записани в стегнат вид актуалността на предлаганата работа, нейната цел - **Разработване и експериментално изследване на детонационен метод за синтез на наноразмерен диамант, за приложение в материали за космически експерименти.**

За постигането на тази цел авторът си е поставил за решаване следните **задачи:**

1. Анализ на физическите принципи на получаване на наноматериали с използване на високо енергийни методи.
2. Създаване на нова схема за получаване на наноразмерни диаманти от свободния въглерод на ВВ.
3. Теоретично обосноваване и експериментално установяване на факторите, влияещи на процеса на образуване и запазване на нанодиамантите.
4. Определяне на основните характеристики на синтезирания продукт.
5. Деагрегация на гроздовидните структури и повишаване на седиментната устойчивост на нанодиамантената суспензия.

Също така са посочени **методите** за получаване на експерименталните данни: взривният експеримент и за охарактеризиране на синтезирания НД рентгено-дифракционно изследване, атомно - абсорбционна спектроскопия, СЕМ изследване, гравиметричен и гранулометричен анализ.

### I. Глава - Анализ на състоянието на проблема.

В резултат на извършения анализ дисертантът е стигнал до 3 основни извода по отношение на методите за синтез на изкуствени диаманти, като дава заключение за тяхната приложимост, и обръща внимание на синтеза на наноразмерни диамантени прахове, чрез динамични методи, с използване на ВВ отговарящи на определени условия.

### II. Глава - Теоретични изследвания.

Основните изводи от теоретичния анализ на целия комплекс от условия за детонационен синтез на НД е, че за получаването на максимално количество НД и протичането на целия процес на детонационен синтез на НД от свободния въглерод на ВВ са необходими определени условия които изчерпателно са отбелязани. Тези констатации му позволяват да счита, че много ВВ създаващи в детонационната вълна високи стойности на налягане и температура с силно отрицателен кислороден баланс могат да се използват за синтез на НД.

### **III. Глава - Експериментални изследвания.**

Извършени са голям брой експериментални изследвания и опити разделени от докторанта в две групи - предварителни и детайлни, като за целта е създадена експериментална установка. Резултатите от тях, потвърждават теоретичните изводи и показват специфичните тенденции в протичането на синтеза на НД. За извършване на тези опити са избрани ВВ тротил /TNT/ и хексоген /RDX/, които отговарят на посочените изисквания. Първоначално са извършени опити с зарядите от чист TNT и RDX, последващо със смес от TNT и RDX. Резултатите от опитите са показали, че количеството на синтезирания НД от зарядите TNT/RDX е многократно по - голям. За определяне съотношението между TNT и RDX, при което се получава максимално количество синтезиран НД са взривени заряди на различни смеси TNT/RDX, като е установено, че максимално количество на НД се осъществява от зарядите, при които процентното съотношение TNT/RDX е 60/40. Също така са установени и обяснени известни различия между предварително изчислените параметри и получените експериментално данни, както и са разработени методи за деагрегиране на синтезирания НД.

### **IV. Глава - Изследвания и анализи на получения чрез детонационен синтез НД.**

За охарактеризиране на синтезирания по взривен път НД и определяне на неговите основни параметри, са проведени редица изследвания и анализи - Рентгено - дифракционно изследване, Рентгенофазов анализ, СЕМ изследване, Гранулометричен анализ, Атомно - абсорбционна спектроскопия. В резултат на тези изследвания и анализи са определени основните характеристики на НД, определени са специфичните примеси за конкретните условия на детонационен синтез в ограничено затворено пространство, като е доказано категорично че синтезираният материал е наноразмерен диамант.

### **V. Глава - Приложение на детонационно синтезирания НД в материали за космически експерименти**

За реализацията на такива изследвания е разработена специална програма и методика за провеждане на технологични експерименти на борда на Руския Сегмент на МКС, в състава на Плазмено - Вълновия Комплекс на космическия експеримент „ОБСТАНОВКА“. Планираните за изследване образци от различни материали са разположени в специално конструиран блок, наречен блок ДП – ПМ. Блокът ДП - ПМ е разработен и изработен в Института за Космически Изследвания и Технологии при Българската Академия на Науките в рамките на програма за научно сътрудничество в областта на космическите изследвания, между БАН и РАН. За целта е разработен е и реализиран нов конструкционен материал на основата на алуминиева сплав В95, модифицирана с НД. Образци от новия материал са подложени на въздействието на реални космически условия на борда на Международната Космическа Станция, в рамките на експеримент „ОБСТАНОВКА“. След престой в открития космос от 2 години и 4 месеца, летателния образец и референтния образец са изследвани за настъпилите промени в структурните и физико - механичните им характеристики, вследствие влиянието на космическата радиация и температурните колебания.

Резултатите от изследванията и анализите след експеримента позволяват да се установят настъпилите промени в тях спрямо референтните образци, съхранявани при земни условия и позволят да се направи оценка на възможностите за използване на новия материал за изработване на корпуси и детайли на уреди и апарати, както за изследване в космическото пространство, така и за приложения в наземни условия.

**Заклучение:** Дисертационният труд завършва със заключителен раздел, в който са представени основните изводи от работата, научните и научно - приложни приноси на представената дисертационна работа, публикации на автора по темата 3 броя, в две от които е единствен автор и една, в която е първи съавтор, като и трите са докладвани на наши и с международно участие научни форуми. Също така е даден списък на цитати по темата, и реализираните проекти на базата на детонационно синтезирания НД.

**Научни и научно - приложни приноси:** Оценявам ги като правилно формулирани и категоризирани 4 броя научни отнасящи се до:

1. Създаване на взривен метод и лабораторна установка за синтез на НД.
2. Определяне на основните зависимости между различните фактори, влияещи върху синтеза на НД.
3. Получаване на експериментални резултати, показващи количествени и качествени оценки на синтезирания НД.
4. Създаване на метод за деагрегация на НД.  
и 3 броя научно-приложни:
  1. НД е приложен като модификатор на алуминиева сплав В 95.

2. Възможност да бъде оценена перспективността на множество ВВ за тяхното евентуално използване за детонационен синтез на НД.

3. НД в качеството си на нанофазен материал, със своите уникални свойства предлага ефективно решаване на голям брой технически задачи и приложения.

/Приложен е списък с реализираните проекти на базата на детонационно синтезирания НД/

**Автореферат:** Приложеният автореферат на дисертационния труд ясно и пълно отразява поставените цели и задачи, същността на проведените експерименти, анализа на получените резултати, приложението на детонационно синтезирания НД, както и научните и научно - приложни приноси. Структуриран е ясно и точно, с издържана методическа насоченост и достатъчен обем фактологичен и илюстративен материал.

**Критични забележки и препоръки:** Забелязаните в дисертационния труд грешки и забележките са несъществени, а въпросите са дискуссионни, което не намалява много високото ниво на дисертационния труд.

**Лични впечатления:** Познавам гл. ас. инж. Людмил Марков от 1986 г. В периода до 1991 г. сме работили заедно в катедра „ТТВР“ на МГУ, където наред и с други научни разработки започнаха и първите експерименти в тази област в лабораторни условия. Инж. Людмил Марков е отговорен, високо образован, енергичен и аналитичен в професионалната си дейност специалист.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Обобщавайки мнението, което си изградих въз основа на представените дисертационни материали, считам че докторантът успешно се е справил с поставената в дисертационния труд задача, като оценявам дисертационния труд „Метод за синтез на наноразмерен диамант, за приложение в материали за космически експерименти“ с „положителна“ оценка.

Дисертационният труд е комплексно съвременно изследване, което съдържа важни научни и научно - приложни приноси за разработване на нов високоефективен, динамичен метод за синтез на наноразмерен диамант. Работата се отличава с прецизност и задълбоченост при обработката и интерпретацията на получените резултати и отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за неговото приложение. **Това ми дава основание убедено да гласувам и да препоръчам на почитаемите членове на Научното жури също да гласуват на гл. ас. инж. Людмил Георгиев Марков да бъде присъдена образователна и научна степен „доктор“.**

София, 17.07.2017 г.

Член на научното жури: 

/доц. д-р инж. Д. Христанов/

