

## **РЕЗИОМЕТА**

### **НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ И ПАТЕНТИ**

**представени за участие в конкурса за доцент**

**на гл. ас. д-р Людмил Георгиев Марков**

Номерата съответстват на тези от СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ, ПАТЕНТИ И РАЗРАБОТКИ, представени за участие в конкурса за доцент.

- 1. United States Patent № 5,353,708 / Oct.11, 1994, S. Stavrev, S. Lazarov, K. Stoev, L. Markov, V. Ivanov, METHOD FOR PRODUCTION OF ULTRADISPERSED DIAMOND.**

#### **Abstract:**

The invention relates to a method of production of ultradispersed diamond which can be for the production of abrasive materials, more particulary, this method relates to production of fine diamond powder by explosive means.

- 2. Патент № 49267, МПК В 01 J 3/06, Рег. № 93185 / 1990, С. Ставрев, С. Лазаров, Х. Стоев, Л. Марков, В. Иванов, Метод за получаване на ултрадисперсен диамант.**

#### **Резюме:**

Изобретението се отнася до метод за получаване на ултрадисперсен диамант, приложим за изготвяне на абразивни материали.

Метода се състои в разпадане на взривно вещество вследствие на детонационен процес, характеризиращ се с това, че взривното вещество или е едно или представлява комбинация от взривни вещества с отрицателен кислороден баланс, която преди разпадането си се инициира, а детонационния процес протича в нормална среда или среда с нисък вакуум във взривно неразтоварващо се ограничено пространство, като взривното вещество се намира в твърда обвивка с радиално-аксиално управление на детонационния процес от неговия център към периферията му или в мека обвивка с радиално-аксиално управление от периферията към центъра му.

- 3. Патент № 50504, МПК С 22 С 1/04, Рег. № 95829 / 1992, С. Ставрев, Л. Марков, В. Иванова, Метод за получаване на композиционни материали на алуминиева основа.**

#### **Резюме:**

По метода се получават детайли, предназначени за работа при повишени температури и натоварване. Те имат високи физико-механични показатели-твърдост и якост на опън, равномерна дребнозърнеста структура и повишена износи-

топлоустойчивост. Методът се състои в следното. Алюминиев прах, прах от преходни метали и ултрадисперсен диамантен прах се подлагат на хомогенизиращо смесване в продължение на 1 до 10 часа и последващо взривно пресоване, след което получените заготовки се подлагат на твърдофазово спичане.

4. **С. Лазаров, Х. Стоев, Л. Марков, Лабораторни изследвания за получаване на материали със специфични свойства с използване енергията на взрива, Годишник на МГУ, т. XXXVII, св. II, София, 1991, стр. 263-268.**

**Резюме:**

Разгледан е въпроса за получаване на свръхтвърди материали, при използване на взривни вещества.

Показана е методика на експерименталните изследвания, лабораторно оборудване, а също така данни и някои рецептури на използваните взривни вещества.

5. **С. Ставрев, Л. Марков, В. Иванов, Метод за синтез н ултрадисперсен диамантен прах от свободния въглерод на взривни вещества в процеса на взрива, 10 години космически проект "Шипка",Сб. Мат. под ред. на проф. Н. Георгиев, ИКИ-БАН, София, 1999, стр. 206-208.**

**Резюме:**

В работата е разгледан метод за получаване на ултрадисперсен диамантен прах, при фазов преход на въглерода от въглеродсъдържащи взривни вещества.

Посочени са характеристиките, както и някои технически параметри на получения ултрадисперсен диамантен прах.

6. **S. Stavrev, B. Malinov, L.Markov, J. Karadjov, Z. Karagiozova, NANO-SIZE PARTICLES OF NEW CARBON ALLOTROPIC FORMS. SYNTHESIS AND APPLICATION, Proceedings of Workshop "Nanoscience and Nanotechnology", Sofia, 14-15 May, 1999, p. 25.**

**Abstract:**

In the "Space Materials Division" of the Institute for Space Research of the Bulgarian Academy of Sciences (ISR, BAS) many successful syntheses of ultradispersed diamond powders (UDP), fullerenes and particles of the forth crystal modification of carbon (carbon IV) have been performed.

The obtained by a shock wave technique nano-sized carbon phases have been extracted, purified (cleaned up) and separated.

These fractions have been investigated separately, processed by compaction and prepared to be applied for several purposes.

7. **S. Stavrev ., L.Markov, J. Karadjov, A. Petrova, EXTREMELY HARD AND NEW CARBON MATERIALS - SYNTHESIS AND POSSIBLE APPLICATIONS,**

**Abstract:**

Ultradisperse diamond particles are synthesized by the shock-wave method but without using graphite as a precursor. In these conditions, diamond is formed from the free carbon of the explosive which suggests rather a diffusion controlled mechanism. Some possible industrial applications of the UDDP are listed.

- 8. S. Stavrev, L. Markov, J. Karadjov, A. Petrova, THERMAL STABILITY AND DENSITY MEASUREMENT OF A NEW ALLOTROPIC FORM OF CARBON, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY, Book 2, 2001, Proceedings of the Second Workshop, Sofia, 23-24 November 2000, p. 157, ISBN 954-580-097-6.**

**Abstract:**

A new carbon phase was obtained from ultradisperse diamond powder by the action of a shock wave.

Thermal analysis shows that in an inert atmosphere the new material is stable in the temperature range to 1500<sup>0</sup> K. Raman and X-ray spectra of the new material are surprisingly similar, but not identical, to the corresponding spectra of boron carbide.

Our hypothesis is that under the action of shock wave on diamond a new carbon phase is formed which contains carbon icosahedres.

- 9. S. Stavrev, J. Karadjov, L. Markov, SHOCK-WAVE METHODS FOR SYNTHESIS AND MODIFICATION OF EXTRAHARD AND NEW CARBON MATERIALS WITH A NANOMETER PARTICLE SIZE, MEETINGS IN PHYSICS @ UNIVERSITY OF SOFIA, Sofia, 2001, vol. 2, pp. 7-16.**

**Abstract:**

In many cases the synthesis of these new phases can be made only under the action of ultrahigh pressure (more than 18 GPa) and high temperature (more than 4300<sup>0</sup> K). These extreme reaction conditions can not be obtained by the classic static and/or catalytic methods.

The method of explosive generated shock wave is often preferred as it is well known and it needs less sophisticated equipment than other methods. Here we will summarize some aspects of the explosive shock method which are extensively studied and are widely used in the industry.

- 10. С. Я. Ставрев, А. Д. Бузекова, Л. Г. Марков, Ю. С. Караджов, А. П. Петрова, Синтез на ултрадисперсен диамантен прах от свободния въглерод на взривни вещества: изследвания и области на приложение, Научни трудове, ВВОВУ- "Васил Левски", Велико Търново, 2002, кн. № 72, стр. 32-39, ISSN 0861-0312.**

**Abstract:**

In the present paper the technology for synthesis of ultradisperse diamond powder realized in SRI-BAS is described. Diamond is prepared by a diffusion limited crystal growth from the free carbon of explosives with a negative oxygen balance. The results from the investigation of the so obtained diamond powders are presented: their morphology, electrical, thermal, and mechanical properties.

The fields of application of this new material are discussed: the already developed technologies and the perspective onse.

**11.С. Ставрев, Ю. Караджов, Л. Марков, Съвременни методи за синтез и модификация на нови въглеродни наноразмерни материали и перспективи за приложението им, Научни Известия, НТС по машиностроене, София, 2002, стр. 47-55, ISSN -1310-3946.**

**Резюме:**

От гледна точка на нови метастабилни и алотропни фази перспективни са неметалите, а въглеродните и боридните супер структури. Създаването на ацетиленови молекулярни и полимерни въглеродни алотропни фази и обогатени с въглерод структури с нанометрични размери открива ново направление н фундаменталните и технологичните изследвания.

Разгледани са теоретичните предпоставки и експериментални изследвания за получаване на наноразмерен диамант и синтез на нова алотропна модификация на въглерода.

Определени са основните параметри на получените образци.

**12. Митев Д., Ставрев С., Караджов Ю., Марков Л., Карагъзова З., Състояние и перспективи при производството и употребата на детонационно синтезирани нанодиамантени прахове в България, сп. „Експлозив“, бр. 4, София, януари 2006, стр. 18-23.**

**Резюме:**

Разгледани са основни технологични моменти при производството на наноразмерни диамантени прахове-детонационен синтез, осъществявано в секция „Космическо материалознание и нанотехнологии“ ,при ИКИ-БАН.

Изложени са характеристики на рафинираните прахове и на изходните взривни шихти. Дадени са примери за употребата на нанодиаманти-в композитни електролитни покрития на база никел с високи експлоатационни свойства; като добавки в автомобилни масла, гуми и бои; компоненти в режещите елементи на скалодобивни машини и др.

Показани са перспективите пред нанодиамантеното производство на българска територия, и в контекста на Европейския съюз-през призмата на европейските научни програми, в които секция „КМН“ при ИКИ-БАН е страна.

13. **Л. Марков, Детонационен синтез на ултрадисперсен диамант и деагрегацията му, Сборник доклади от Научна конференция, 22-23 май 2010, НВУ "В. Левски", факултет "Авиационен", стр. 42-43, ISBN 978-954-713-094-4.**

**Резюме:**

В представената работа са разгледани въпросите свързани с фазовия преход на въглерода във въглеродсъдържащи съединения в условията на детонационен процес. Показани са конкретни примери на мартензитното превръщане във въглерода. Представени са методи за деградация на гроздовидните диамантени агрегати.

14. **Л. Марков, С. Лазаров, С. Ставрев, Състояние и проблеми при взривното пресоване на метални прахове, Годишник на ВМГИ (1987-1988), София, т. XXXIV, 1988, св. II, стр. 379-385.**

**Резюме:**

Взривното пресоване на метални прахове се явява перспективен метод при обработката на материалите. Това е сложен проблем, зависещ от много фактори, изучаването на които е необходимо да се осъществява за всеки отделен прахов състав.

В настоящата работа е направен преглед на режимите на ударно- вълновото пресоване при цилиндрична схема и взаимовръзките между редица параметри, характеризиращи процеса. Предлага се тяхното експериментално определяне, а така също прилагането на компютърно моделиране с цел подобряване на крайния ефект.

Прави се извод, че взривното пресоване на метални прахове се явява евтин метод за получаване на нови конструкционни материали и е все по-необходимо там, където прилагането на традиционните методи е невъзможно или затруднено.

15. **Л. Марков, С. Лазаров, Пресоване на метални прахове с бризантни взривни вещества, Годишник на ВМГИ (1988-1989), София, т. XXXV, 1989, св. II, стр. 431-435.**

**Резюме:**

В работата е разгледан въпроса за взривното пресоване на прахове от волфрам и алуминий. На обработка са подложени смеси с различно процентно съдържание на двата метала.

За регулиране скоростта на детонацията на взривните вещества, а оттук и налягането на ударната вълна в металния прах, са използвани различни рецептури взривни вещества.

Получени са качествени пресовки, които се явяват добра основа за по-нататъшна обработка.

16. **С. Ставрев, С. Гюров, Л. Марков, В. Господинов, Обобщени изводи от експеримент "Воал" от Програма "Шипка", 10 години космически проект "Шипка", Сб. Мат. под ред. на проф. Н. Георгиев, ИКИ-БАН, София, 1999, стр. 185-190.**

**Резюме:**

Предлаганата работа ретроспективно са разгледани целите и задачите на експеримент "Воал" от проект "Шипка", при полета на втория български космонавт.

Проследени са етапите на подготовката и провеждането на експеримента.

Разгледани са методите за анализ на получените проби. Направени са обобщени изводи от изследванията.

17. **S. Stavrev, J. Karadjov, L. Markov, A. Petrova, Z. Karagyozova, THE "OSNET" № GTC1-2000-2820. PROJECT OF THE FIFTH FRAMEWORK PROGRAMME, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY, Book 2, 2001, Proceedings of the Second Workshop, Sofia, 23-24 November 2000, pp. 137-138, ISBN 954-580-097-6.**

**Abstract:**

The "OSNET" project is the "Development" Programme has key activities "Innovationproduct, processes and organization". In itself it's a network and covers all important branches of output, working up and utilization of the decorative stones, equipment, environment and safety.

The provided products can be used in wide range of key area e.g. as diamond instruments, machines, equipment, etc.

18. **S. Stavrev, L. Markov, J. Karadjov, A. Petrova, THERMAL AND ELECTRIC CONDUCTIVITY OF COMPACTS FOR THE MICROELECTRONIC INDUSTRY, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY, Book 2, 2001, Proceedings of the Second Workshop, Sofia, 23-24 November 2000, pp. 155-156, ISBN 954-580-097-6.**

**Abstract:**

Compacts were made from ultradisperse diamond powder (UDDP) alone, and with the addition of 50 % AlN, or SiC.

Compacts made from pure UDDP are most promising as a nonmetallic material for the production of pads. They combine good mechanic stability with high thermoconductivity and a very low electric conductivity, and can be used as pads in microelectronics.

19. **С. Я. Ставрев, Л. Г. Марков Л., Ю. С. Караджов, А. П. Петрова, Изследвания на свойствата на взривно синтезиран ултрадисперсен диамантен прах, Сборник от доклади на ЮНС "40 години от първия полет на човек в Космоса", ВВУ „Георги Бенковски“, 12-13 април 2001, том 2, стр. 50-57, ISBN 954-713-052-8 (т.2).**

**Резюме:**

Показани са анализи на диамантени частици, синтезирани по взривен метод. Изследванията, извършени на сканиращ електронен микроскоп и проведената компютърна обработка на образите показват, че частиците са почти изометрични със среден размер 6 nm, които при обикновени условия са агрегирани в агломерати с размери от порядъка на микрометър.

Специфичната повърхност на изследваните проби варира от 300 до 400 m/g. УДДП е особено подходящ за различни промишлени приложения във вид на прах, но особен интерес представлява получаването на механично стабилни компакти, които биха могли да послужат като евтин заместител на монокристалния диамант.

20. **D. Mitev, S. Stavrev, J. Karadjov, L. Markov, METHOD FOR PURIFICATION OF SHOCK SYNTHESIZED NANOSIZE DIAMOND THROUGH SELECTIVE LOW TEMPERATURE BURNING, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY, issue 4, 2004, Proceedings of the Fifth Workshop, 17-18 November 2003, Heron Press Ltd., Sofia, pp. 121-122, ISBN 954-580-160-3.**

**Abstract:**

A method is proposed for the purification of shock synthesized diamond through selective low temperature burning.

Air is used as oxidizer, and the process is accomplished in the presence of a catalyst.

According to preliminary experiments the method is perspective for developing a simple and economical technology for refining the ultradisperse shockwave synthesized diamond powder.

21. **S. Stavrev, D. Mitev, L. Markov, J. Karadjov, ON SOME PECULIARITIES OF THE CATALYTIC OXIDATIVE PURIFICATION OF SHOCK-WAVE SYNTHESIZED NANODIAMONDS, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY, issue 5, 2005, Proceedings of the Sixth Workshop, 24-27, November 2004, Heron Press Ltd., Sofia, 2005, pp. 225-227, ISBN 954-580-180-8.**

**Abstract:**

In the present paper a brief analysis is presented on the chemical methods used for the purification of shockwave synthesized nanodiamonds. The negative economic and environmental impact of the existing methods is pointed out.

The methods for dry purification of nanodiamonds in oxidative media with the use of vanadium based catalysts, developed in SRI-BAS, are discussed. The temporal and temperature conditions and their peculiarities are discussed and some practical suggestions are pointed out.

22. **Ю. Караджов, Д. Митев, Л. Марков, И. Иванова, С. Ставрев, Деагрегация на наноразмерни диамантени прахове чрез селективно алкилиране на повърхността, Proceedings of Scientific Conference with International Participation SES`2005, Sofia, 10-13 June 2005, Book II, pp. 366-368, ISBN 954-438-485-5.**

**Abstract:**

Ultradisperse Diamond Powders (UDDP), obtained by shockwave synthesis, have many promising applications. A substantial obstacle against this is the aggregation of powders, especially when dried.

In this paper a new method for the modification of the surface of UDDP is proposed.

Selective chemical alkylation of some of the polar groups can lead to changes in the form and hydrophobicity of the nanoparticles surface and thus to the possibility to prepare exceptionally stable water suspensions, even from previously dried and completely aggregated powders.

23. **Д. Митев, Ю. Караджов, Л. Марков, И. Иванова, С. Ставрев, Шокова деагрегация на наноразмерни взривносинтезирани диамантени прахове, Proceedings of Scientific Conference with International Participation SES`2005, Sofia, 10-13 June 2005, Book II, pp. 369-372, ISBN 954-438-485-5.**

**Abstract:**

A method is proposed for the deaggregation of shock synthesized nanosize diamond powder through rapid thermal influences, and without any chemical modification of the diamond`s surface.

According to preliminary experiments the method is perspective for developing a simple and economical technology for deaggregationthe ultradisperse shockwave synthesized diamond powder and for producing of fine and steady abrasive diamond-water suspensions.

24. **З. Карагъзова, Л. Марков, А. Петрова, Ж. Калейчева, П. Шумналиев, С.Ставрев, Физико- механични свойства на композиционно никелово покритие, Proceedings of Scientific Conference with International Participation SENS`2007, Варна, 27-29 June 2007, issue 2008, pp. 324-328, ISSN 1313-3888.**

**Резюме:**

Във връзка с изследвания по проекта "X-Gear" по VI РП в секция "КМ и НТ" при ИКИ-БАН са проведени изследвания за нанасяне на композиционно никелово покритие (КП), отложено по химически начин с УДДП (нанодиамант).

Основните съставляващи на покритието са никелова матрица и подсилващ, уякчаващ материал-УДДП. Матрицата обгражда и поддържа подсилващия материал, осигурявайки свързването му. С използването на диамантени наночастици като подсилващи елементи, са свързани надеждите за реализиране на много добри физико-механични и експлоатационни характеристики, присъщи за



увеличение на корозионната устойчивост и намаляване на пористостта; рязко намаляване на коефициента на триене; повишаване на кохезията и адхезията; по-добро задържане на диамантените зърна от матрицата, което води до неколкостратно удължаване живота на работната повърхност на образците.

25. **Л. Марков, Ю. Караджов, Р. Димитрова, В. Манолов, Взривно синтезиран, деагрегиран и модифициран нанодиамант за приложение в наномодифицирани сплави, Proceedings of Ninth Scientific Conference with International Participation SES`2013, Sofia 20-22 November 2013, issue 2014, pp. 520-522, ISSN-1313-3888.**

**Резюме:**

В представената работа е описано приложението на наноразмерен диамант (НД) при получаването на наномодифицирани сплави. Описани са методи за деагрегация на първоначално получените агрегати от НД, както и за тяхната метализация.

Представени са резултати от металографски анализ на отливки от сплав AlSi7Mg, след въвеждане на НД в стопилката.

26. **Julian Karadjov, Ludmil Markov, NANODIAMONDS AS A COMPONENT OF LUBRICANTS: FROM IDEA TO PRACTICAL REALIZATION, Proceedings of Jubilee International Congress Science, Education, Technologies "40 YEARS BULGARIA-SPACE COUNTRY", Varna, 12-14 September 2012, pp. 51-57, ISBN 978-954-577-636-6.**

**Abstract:**

Potential application of nanodiamonds as an additive to lubricants is a promising field of application of this nanomaterial. However, preparing a stable suspension of nanodiamond in nonpolar organic media is still a challenge. Published methods use highly aggressive chemicals and are expensive. In this paper method for producing stable suspensions of nanodiamonds in different media are discussed and, based on our previous work with polar aprotic solvents, a new method is proposed to produce stable suspensions in nonpolar organic media.

27. **L. Markov, J. Karadjov, R. Dimitrova, V. Manolov, Detonation Synthesis, Deaggregation and Modification of Ultradisperse Diamond (UDD) for Applications in Nanomodified Alloys, Proceedings of Third National Conference with International Participation "Materials Science, Hydro-and Aerodynamics and National Security` 2013", Sofia, 24-25 October 2013, pp. 209-213, ISSN 1313-8308.**

**Abstract:**

The detonation synthesis of ultradisperse diamond (UDD) from the free carbon of explosives is presented. The most important parameters of the explosive charges are

given, as well as the properties of the UDD obtained. The experimental explosive camera for the synthesis of UDD is shown.

Method for deaggregation of UDD aggregates are presented, along with methods for metallization of UDD. Result based on the metallographic analyses of AlSi7Mg alloy casting after adding of UDD into the melt are given.

28. **A. Bouzekova-Penkova, L. Markov, J. Karadjov, Application of Detonation Synthesized Deaggregated Nanodiamonds in High Strength Aluminium Alloy, Proceedings of Fourth National Conference with International Participation „Materials Science, Hydro-And Aerodynamics And National Security’ 2014, Sofia, 23-24 October 2014, pp. 157-161, ISSN 1313-8308.**

**Abstract:**

In this paper the method for the synthesis of nanodiamond from the free carbon of explosives is presented and the application of the nanodiamond (ND) to a high strength aluminium alloy.

Results from AFM analysis of the alloy, containing nanosize diamond particles, are presented and discussed.

29. **А. Бузекова-Пенкова, Л. Марков, П. Цветков, Фазов състав на наномодифициран композит B95, Proceedings of Eleventh Scientific Conference with International Participation SES`2015, Sofia 2015, issue 2016, стр. 403-406, ISSN 1313-3888.**

**Abstract:**

In the present work is used powder X-ray diffraction method for determining the crystal structure and microstructural characteristics of crystalline phases in the research model-composite B95.

30. **Юлиян Караджов, Людмил Марков, Анна Бузекова-Пенкова, ИЗПИТВАНЕ НА ПРОТИВОФРИКЦИОННИТЕ СВОЙСТВА НА СМАЗОЧНО МАСЛО С ДОБАВКА ОТ НАНОДИАМАНТ, СТАБИЛИЗИРАН СЪС СЪРФАКТАНТ, SES 2017, Thirteenth International Scientific Conference SPACE, ECOLOGY, SAFETY, 2-4 November 2017, Sofia, стр. 338-340, ISSN 1313-3888.**

**Резюме:**

Разгледана е накратко възможността за получаване на стабилни суспензии на нанодиамаант в органични масла като перспективни лубриканти. С помощта на специално разработен сърфактант (ПАВ) е получена такава суспензия и са изпитани противофрикционните и свойства. При продължителност на изпитването 60 минути най-силно намаляване на триенето дава добавка от 0.1% НД.

31. Л. Марков, Метод за синтез на наноразмерен диамант, за приложение в материали за космически експерименти, Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, София, 2017, стр. 1-40.

**Резюме:**

Основна цел на дисертационния труд е разработване и експериментално изследване на детонационен метод за синтез на наноразмерен диамант (НД), за приложение в материали за космически експерименти.

Направен е анализ на физическите принципи за получаване на наноматериали с използване на високоенергийни методи. Създадена е нова схема за получаване на наноразмерни диаманти от свободния въглерод на взривни вещества. Теоретично са обосновани и експериментално са установени факторите, влияещи на процеса на образуване и запазване на нанодиамантите. Определени са основните на синтезирания продукт. Разработени са методи за деагрегация на гроздовидните структури и повишаване на седиментната устойчивост на нанодиамантената суспензия.

Метода за детонационен синтез на НД се базира на факта, че редица взривни вещества с отрицателен кислороден баланс при детонацията си отделят чист въглерод като твърд остатък. Едновременно с това в детонационната вълна могат бъдат постигнати такива термодинамични условия (температури и налягания), при които част от този въглерод се превръща в диамант с наноразмери.

Установено е, че практически всички фактори влияещи върху развитието на детонационния процес, оказват влияние и върху самия синтез на НД.

За провеждане на експериментите е създадена лабораторна установка и са извършени взривявания на заряди от различни взривни вещества и състави. Получените продукти на детонацията след неколкостепенно пречистване са подложени на различни изследвания и анализи, които категорично потвърждават, че синтезирания продукт е диамант с нанометрични размери (5,711 nm).

В последната глава на дисертационния труд е показано едно от приложенията нанодиаманта, а именно в космическия експеримент "Обстановка", проведен на Международната Космическа Станция, касаещ изследване влиянието на открития Космос върху алуминиева сплав В95, модифицирана с НД.

София  
10.01.2018 г.

Подпис:  
/гл. ас. д-р Л. Марков/