

## **РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ** **на гл. ас. д-р Здравка Кирилова Карагьозова**

*представени за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент” по научно направление 5. Технически науки; професионално направление 5.6. „Материали и материалознание”; научна специалност „Динамика, якост и надеждност на машините, уредите, апаратите и системите (за космически изследвания)”, обявен в ДВ бр.13 от 17.02.2015г.*

### **I. РЕЗЮМЕТА НА ПУБЛИКАЦИИ, РАВНОСТОЙНИ НА МОНОГРАФИЧЕН ТРУД**

- 1. Z. K. Karagiuozova, S. J. Stavrev and A. P. Petrova, METALLIZATION OF DIAMOND POWDER, "Nanoscience&Nanotechnology-Nanostructured materials application and innovation transfer", issue 4, edited by E. Balabanova, I. Dragieva, Heron press science series 2004, 204-205 ISBN 978 954-580-160-3***

**Abstract:** The wear resistance and microhardness of the composite diamond coatings are studied. Metalized Ultra Dispersed Diamond Powder (UDDP) is used as a strengthening additive. EFTTOM-NICKEL method for electroless plating is applied to metalize UDDP particles. The obtained coatings are with a good adhesion with the samples base. The best wear resistance is obtained in the case with the electroless grasping of a metalized UDDP.

- 2. Здравка Карагьозова, Людмил Марков, Анна Петрова, Жулиета Калейчева, Физико-механични свойства на композиционно никелово покритие, Third Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY" with International Participation, Varna, June 2007, стр. 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 композитно 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 свързането му. С използването на диамантени наночастици като подсилващи елементи, са свързани надеждите за реализиране на много добри физико-механични и експлоатационни характеристики, присъщи за нанокристалното състояние като повишена износоустойчивост и микротвърдост; 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 удължаване живота на работната повърхност на образците неколккратно.

- 3. Karagiuozova Zdravka, Anna Petrova, Silvia Vasseva, Julieta Kaleicheva, Petar Shumnaliev, Stavri Stavrev, Development of Gear Drive-Trains Based on New Materials and Novel Gear Systems, Composite Nickel Coatings, VI МЕЖДУНАРОДЕН КОНГРЕС МАШИНИ, ТЕХНОЛОГИИ,***

**Резюме:** Изследвано е влиянието на добавка от нано- и микро- уякчаващи частици върху някои физико-механични свойства на безтоково никелово покритие. Като нанорамерен уякчаващ материал е използван нанодиамант, получен по взривен метод. Използваните микроразмерни усилващи частици са cBN.

Получените резултати за физико-механичните и експлоатационни характеристики за покритие никел-нанодиамант потвърждават уникалността на свойствата, характерни за наноразмерните частици, използвани като подсилващ елемент: висока износо- и корозо- устойчивост, повишена твърдост, нисък коефициент на триене, подобрена адхезия.

Проведените експерименти са етап от тестови изследвания във връзка с работа по Проекта X-gear по VI РП в секция „КМ и НТ” при ИКИ-БАН.

4. *J. Kaleicheva, M. Kandeва, Z. Karaguiozova, V. Mishev, P. Shumnaliev, Investigation on wear resistance of ductile cast iron covered with nanostructured composite nickel coatings, Proceedings of 9<sup>th</sup> Int. conf. The “A” Coatings in Manufacturing Engineering, Thessaloniki, Greece, 2011, p. 405-414, ISBN 978-960-98780-5-0*

**Abstract:** The wear resistance and the microhardness of composite nickel, nickel+ND and Nickel + TiN coatings are investigated. Method EFTTOM-NICKEL for electroless nickel plating with strengthening nanodiamond (4-6 nm) and TiN (50 nm) particles is used. The coatings are plated on samples from ductile cast iron and austempered ductile cast iron (ADI). The wear resistance test of the coatings is carrying out by the classic model TABER ABRASER “disc” to disc”. Microhardness measurements by Knoop Method are also performed. The wear resistance, the thickness and the microhardness of the coatings are determined before and after a heat treatment at 290 °C, 6 h.

5. *J. Kaleicheva, Z. Karaguiozova, M. Kandeва, S. Stavrev, V. Mishev, Composite Nickel – Nanodiamond Coatings for Ductile Cast Iron, Proceedings of XI International Symposium on Explosive Production of New Materials: Science, Technology, Business, and Innovations (EPNM-2012), Strasbourg, France, 2012, p. 7-10. Book of abstracts, ISBN 978-5-94588-111-2*

**Abstract:** Composite nickel coatings were deposited onto ductile cast iron samples using EFTTOM-NICKEL technique for electroless nickel plating. Ultrafine diamond powder (nanodiamond (ND)) with a partictе size of 4-6 nm was added as a strengthening agent. The ND was produced by detonation synthesis. The coatings are deposited onto the surface of alloyed ductile cast iron (Fe 8.63%(wt.), C 2.59, Si 0.30, Mn 0.010, S 0.034, and P - 0.53Cu%(wt.)) and austempered ductile cast iron (ADI). The deposited samples were held at 900°C for 1 h in air and then at 290°C for 2 h in salt bath. Two kinds of coatings were prepared: Ni coatings and Ni-ND composite coatings. The ND content of composite coatings was 5-7%. The microhardness measurements were performed by Knoop method using a 20 gram loading. Comparative testing of coatings wear was carried out on a TABER ABRASER test machine modified as reported in.

6. **Z. Karaguiozova, J. Kaleicheva, E. Lyubchenko, *Improvement of Surface Properties of Ductile Cast Irons by Chemical Deposition of Nickel, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY'12, eds. E. Balabanova, E. Mileva, BAS, Sofia, Bulgaria, 2012, pp. 117-120 ISSN 1313-8995***

**Abstract:** The electroless nickel (Ni) and composite nickel – titanium nitride (Ni + TiN) coatings are investigated in this study. Method EFTTOM-NICKEL for electroless nickel plating with nanosized strengthening particles of TiN (50nm) is applied for the coating deposition. The coatings are applied on ductile cast iron and austempered ductile cast iron samples. The wear resistance test of the coatings is carried out by the classic model TABER ABRASER “disc to disc”. The microstructure observations are made by optic metallographic microscope GX41 OLIMPUS and the microhardness is determined by Knoop Method. Tests for wear resistance, thickness and microhardness measurements of the coatings without heat treatment and heat treated coatings at 290 °C, 6 h are performed.

7. **Z. Karaguiozova, J. Kaleicheva, M. Kandeve, *Wear Resistant Coatings Obtained by EFFTOM-Nickel Technology, TRIBOLOGICAL JOURNAL BULTRIB, Vol. II, (2012) pp. 80-90, ISSN 1313-9878***

**Abstract:** Composite nickel coatings composed of Ni; Ni + TiN are investigated. EFFTOM - Nickel Method for electroless nickel plating is applied. Nanosized TiN particles (50nm) are used as a strengthening material. The coatings are plated on samples from ductile cast iron. The wear tests of the coatings are carried out using a classic design “back-to-back” disc on a TABER ABRASER test machine. The investigations on the samples microstructure and the microhardness measurements by Knoop Method are performed. The wear resistance, the thickness and microhardness of the samples before and after thermal processing at 290 °C, 6 h are defined.

8. **J. Kaleicheva, Z. Karaguiozova, M. Kandeve, E. Lyubchenko, V. Mishev, *Improvement of Surface Properties of Ductile Cast Irons Covered with Nanostructured Composite Nickel Coatings, Engineering Sciences, L, No 1, 2013, p. 55-64, ISSN 1312-5702***

**Abstract:** Composite nickel coatings are deposited on ductile cast iron samples. EFTTOM NICKEL Method for electroless nickel plating with strengthening nanodiamond (2-4nm) particles is applied. The coatings are deposited on copper alloy ductile cast iron samples. The used samples are produced by casting and by austempering (ADI). The microstructure, microhardness and wear resistance of the coatings are investigated. The thickness of the coatings is also measured (7-10µm). Optical metallographic and electronic microscopic analysis (SEM), microhardness testing by Knoop Method and wear resistance tests are performed. The coatings before and after thermal processing at 290°C, 6 h are studied. It is concluded the thermal treating at 290 °C for 6 h increases the coatings microhardness about 2 times, while the wear resistance increases with 11÷57 %.

9. **Z. Karaguiozova, *ELECTROLESS NICKEL COMPOSITE COATINGS WITH NANODIAMOND ADDITIVES, Journal Resource Saving Technologies for Production and Pressure Shaping of Materials in Machine-Building, Lugansk 91034, Ukraine 2014, pp. 139-145, ISSN 2218-1806***

**Abstract:** Investigation of the technological parameters' influence on the properties of electroless nickel coatings with nanodiamond additives, analysis and determination the best process terms are performed to obtain coatings with improved properties and to develop a production technology. EFTTOM-NICKEL Method is applied for deposition of nickel coatings by electroless process. Nanodiamond powder, produced by detonation synthesis is used as a strengthening material to obtain composite coatings. The microhardness and wear resistance of the coatings are measured. An improvement of the mentioned properties is achieved in the presence of nanodiamond in the plated solution. The technological parameters of the process are defined on the base of the experimental results analysis. Dependences of the coatings properties from nanodiamond concentration are found. The results show a priority of bilayer coating deposition and use of nanodiamond into a suspension. The optimum concentration value is found for ensuring the desire coatings' microhardness and wear resistance in order to achieve higher efficiency. The production technology for manufacturing of composite coatings with improved properties is developed.

**10. Z. Karaguiozova, J. Kaleicheva, V. Mishev, G. Avdeev, S. Stavrev, Microstructure and Properties of Electroless Composite Nickel Coatings with Nanodiamond, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY'13, eds. E. Balabanova, E. Mileva, BAS, Sofia, Bulgaria, 2014, pp. 74-77, ISSN 1313-8995**

**Abstract:** The microstructure and properties of nanostructured nickel composite coatings are investigated. Method EFTTOM-NICKEL for electroless nickel deposition with strengthening nanodiamond particles is applied. The coatings are deposited on samples of 17CrNiMo6 steel. The microstructure is observed by metallographic analysis. The phase composition of the coatings in an as plated condition and after thermal processing is described by X-Ray analysis. The microhardness assessment is made by Knoop Method. The microstructure, thickness and microhardness of the coatings in the as plated condition and after thermal processing at 290 °C, 6 h are defined.

**11. J. Kaleicheva, Z. Karaguiozova, M. Kandeveva, V. Mishev, Electroless deposition of composite coatings containing TiN nanoparticles using EFTTOM-Nickel technology, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY'13, eds. E. Balabanova, E. Mileva, BAS, Sofia, Bulgaria, 2014, pp. 98-101, ISSN 1313-8995**

**Abstract:** Composite nickel coatings composed of Ni; Ni + TiN are studied. The method for electroless nickel deposition EFTTOM-NICKEL with TiN nanosized strengthening particles (50nm) is applied. The coatings are deposited on austempered ductile cast iron (ADI) samples. The composition of cast iron samples is: Fe-3,63C-2,59Si-0,30Mn-0,010S-0,034P-0,53Cu wt%. The samples are put under isothermal hardening at 900 °C for an hour and isothermal retention at 290 °C for 2 hours with the aim to receive a lower bainitic structure. The wear resistance experimental testing is carried out using Taber-Abraser test machine by disk to disk classical method. The microstructure observations of the coatings and padding are performed using an optical microscope GX41 OLIMPUS also the coatings' microhardness by Knoop Method is examined. The wear resistance, thickness and microhardness of the as plated and thermally processed at 290 °C for 6 hours coatings are defined.

## II. РЕЗЮМЕТА НА ПУБЛИКАЦИИ, ИЗВЪН РАВНОСТОЙНИТЕ НА МОНОГРАФИЧЕН ТРУД

*12. Здравка Кирилова Карагьозова, Микро и наноструктурни композитни никелови покрития, отложени по безтоков метод, Аврореферат на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор”, печатна база на ТУ-София, 2014, 41 стр.*

**Резюме:** В дисертационния труд са изследвани безтокови никелови покрития, получени от разтвор с добавка на микро- и нано- уякчаващи частици. Основна цел на работата е дефиниране влиянието на добавките върху структурата и физико-механичните свойства на получените покрития. Анализирани са резултати от тестване на структурата и свойствата на следните покрития, отложени върху стомани 42 Cr Mo4, 65 Г, 17 Cr Ni Mo6:

1. Никел (Ni-P),
2. Никел (Ni-P) с нанодиамант (Ni + DND),
3. Двуслойно покритие никел /никел с нанодиамант (Ni/Ni + DND),
4. Двуслойно покритие никел/никел с комбинирана добавка от нанодиамант и наноразмерен бор – Ni/Ni + DND + NB
5. Двуслойно покритие никел /никел с микронен кубичен борен нитрид – Ni/Ni +  $\mu$ sBN.

Сравненията са правени спрямо никелово покритие без добавки.

От зависимостите и данните на база получените резултати е установено, че покритията, отложени от разтвор, съдържащ добавка от наноразмерен диамант, се характеризират с по-финна структура и подобрени физико-механични свойства (износоустойчивост, адхезионна якост и микротвърдост) в сравнение с покритията, получени без добавка или с добавка на микроразмерни частици. Проведен е рентгеноструктурен анализ, доказващ наличието на аморфна фаза след отлагане както за покрития без добавки, така и за такива с добавка на DND. Установен е преход от аморфно в кристално състояние, както и наличието на кристалната фаза Ni<sub>3</sub>P след термична обработка при 290°C, която, предполагаме, се явява и матрична фаза.

В резултат на изследване и анализ на получените зависимости за влиянието на технологичните параметри на процеса (добавка на DND в сухо състояние или в суспензия, получаване на еднослойно Ni-DND или двуслойно Ni/ Ni-DND композитно покритие) върху микротвърдостта и износоустойчивостта на покритията, е предложен технологичен режим за получаване на композитни покрития Ni/ Ni-DND с подобрени повърхностни и експлоатационни характеристики. Изследвани са реални детайли, изработени от самозакаляваща се стомана Ovatek 677L и покрити по разработения технологичен режим и е получена с 14% по-висока контактна якост в сравнение с контактната якост на детайли без покритие. Покритието Ni- DND се явява краен етап, което се определя от възможностите, предлагани от безтоковите методи на отлагане на покрития. Методът позволява да се покриват образци със сложна форма, каквито са зъбните колела, без нарушения на дебелината на покритията и с идентични параметри по цялата повърхност. Характеристиките на покритите с Ni/Ni-DND образци позволяват да бъдат изместени от пазара токсичните хромови покрития.

*13. G.Rozovskij, L.Petretyte, G.Gavrilov, Z.Karagiozova, Copper behaviour during immersion deposition of tin, Plating and surface finishing, April 1990, 60-62, ISSN 0360-3164, IF 0,125*

**Abstract:** Copper dissolved in immersion tin plating solutions adversely affects the durability of the solution and the solderability of the tin coating. In addition to copper dissolution as a

result of the displacement process, air oxidation is a common reaction that should be reduced as much as possible.

**14. Карагьозова З., Иванова И., А.Петрова, Я. Желязова, Увеличаване ресурса на инструменти за обработване на материалите след отлагане на слой никел-УДДП, 10години Космически Проект Шипка, Юбилейна научна сесия, София, 1998, 1999, с. 219-223**

**Резюме:** Подобряването на повърхностните свойства на инструментите и детайлите придобива особено значение на съвременния етап от развитието на техниката. В това отношение нарастващ интерес предизвикват комбинираните (композитни) материали. По свойствата си комбинираният материал превъзхожда съставните си части или рязко се отличава от тях. В новия материал отделните фази се съчетават като структурно цяло. Възможността за получаване на композитни покрития върху метали и диелектрици дава предимство на безтоковите покрития. Положителните страни на безтоковото никелиране определят ефективността му като матрицообразуващ процес. Природата, химическите и физически свойства на частиците на втората фаза имат определяща роля при образуването на дисперсно покритие. Като дисперсоиди могат да се използват микропрахове от карбиди, оксиди, силициди, бориди, нитриди, диаманти. Сред тях диамантът се отличава с изключителна твърдост и висока инертност. Целта на настоящата разработка е да се изследва ресурсът на металорежещи инструменти с нанесено композитно покритие с никелова матрица и дисперсна фаза – диамантени частици с размери в ултрадисперсния диапазон – 40-60 Å. Специфичните им свойства са предпоставка за уникалното им влияние върху граничните процеси при формиране на триботехническите показатели.

**15. Карагьозова З., Ставрев С., Иванова И., Износоустойчивост на никелово покритие с вграден УДДП, Юбилейна научна сесия, 30 години организирани космически изследвания, София, 1999, 2000г, с. 294-296**

**Резюме:** Създаването на нови материали, подобряващи повърхностните качества на инструментите и детайлите е особено важно за съвременната техника. Един от начините за осъществяване на тази цел е отлагането на дисперсни покрития, осигуряващи по-добра корозионна устойчивост, по-висока износоустойчивост, висока твърдост. Относително най-благоприятни качества има никелът при използването му за матрица. Дисперсоид могат да бъдат всички неразтворими в съответния електролит неметални или метални частици.

При процеса на отлагане и вграждане играят роля както химични и електрохимични, така и фактори, влияещи на протичането на процеса, но точният механизъм на отлагане не е изяснен напълно.

Цел на настоящата разработка е да се изследва зависимостта на износоустойчивостта на покрития никел-УДДП от дебелината на никеловата матрица. Покритията са нанасяни върху режещи инструменти по метода ЕФТТОМ-НИКЕЛ за безтоково отлагане на композитни никелови покрития.

**16. S.Stavrev\*, Z.Karaguiozova, Yu.Karadjov, I.Dragieva, FORMATION OF METAL LAYER-COVERS ON NANODIAMOND POWDER, "Nanoscience and nanotechnology – Nanostructured materials application and innovation**

*transfer", issue 6, edited by E. Balabanova, I. Dragieva, Heron press science series 2006, 199-202 ISBN 978 954-580-205-7*

**Abstract:** The paper has studied electroless methods for deposition of metal coatings: Cu-Sn, Ni, Ag on nanodiamond powder with reducing agents boron hydride and hypophosphite ions. The analyzed nanodiamond is produced by detonation method. Some characteristics of a coated and of uncoated nanodiamonds are presented. The possibilities for yielding the composites with coated diamond powder are investigated. The microhardness of these composites is determined. The obtained thin metal film on the grains enables good grasping from the matrix and increases the life of the working pieces.

*17. Nikola Stoichev, Svetlana Yaneva, Iren Drangajova, Stavri Stavrev, Zdravka Karagiozova, "Study of Segments for Stone-Cutting Made of Pm Alloy Cu-30%Fe-20%Sn", Third Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY" with International Participation, Varna, June 2007, cmp. 328-332, ISSN – 1313-3888*

**Резюме:** Изследвани са детайли от праховометалургични сплави на медна основа за носители на диамантени частици, приложими за рязане на камък. Цел на работата е замената на кобалта с калай в сплави, които се използват за режещи сегменти, като се запазят и подобрят работните им характеристики. Изследвана е микроструктурата на сплав Cu-30%Fe-20%Sn, аналог на използваната в момента Cu-30%Fe-20%Co (CuFe<sub>30</sub>Co<sub>20</sub>). Образци от двата сравнявани композита са получени от прахови смеси на металите, влизащи в сплавта, с добавки от абразивни компоненти (едри диамантени частици). Синтероването на изходните смеси се провежда под налягане при температури 600 – 800 °C. В получените структури масивните области на медна и желязна основа са идентифицирани с помощта на сканиращ електронен микроскоп. Проведени са предварителни изпитания за живота на работни сегменти, вградени по периметъра на диск-носител, при условията на мокро рязане на мрамор.

*18. E. Pecheva, L. Pramatarova, D. Fingarova, T. Hikov, I. Dineva, Z. Karagyozova, S. Stavrev, "Advanced materials for metal implant coatings", JOAM, Vol. 11, No. 9, September 2009, p. 1323 - 1326, ISSN: Print: 1842-6573, IF 0, 56*

**Abstract:** Metal materials have been used as implants, due to their excellent mechanical properties and corrosion resistance. However, in order to better bind to living bone they need an interfacial inorganic layer. Biological apatite is a bioactive and biocompatible inorganic material, and the main structural component of human bones. However, it has weak mechanical properties and adhesion to metal implant surfaces. Combination of the good mechanical properties of metals with the bioactive properties of apatite has fostered the application of apatite coatings on metal implants. On the other hand, carbon-based materials (diamond-like carbon, detonational nanodiamond, carbon nanotubes, amorphous carbon, etc.) significantly improve the mechanical properties of AP, increase its adhesion, and prevent metal ion release from metal implants. Our goal was to create a new advanced composite material that is to serve as a coating of metal implants. Stainless steel was used for the electrodeposition of the apatite-nanodiamond coatings in simulated body fluid. The results revealed the formation of dense and homogeneous apatite-nanodiamond composite coatings, with better ductility, hardness, cohesion and adhesion to stainless steel, in comparison to pure

apatite coatings. We consider that the nanodiamond-reinforced apatite coatings can be considered as advanced materials for the surface modification of metal implants.

**19. Karaguiozova Zdravka, Tomasz Babul, Aleksander Ciski, Stavrev Stavri, NANOSTRUCTURED NICKEL COATINGS ON SPUR GEARS, E-MRS 2009 Spring Meeting, Protective coatings and thin films'09, Strasbourg June 8-12, 2009, Book of abstracts**

**Abstract:** The aim of the present study is to evaluate the properties of nanostructured nickel-nanodiamond coatings made on spur gears. This is a stage of the research work with overall goal to develop new materials and novel gear systems. The objective of the work in this stage is to select the most appropriate surface treatments for automotive gearing. The chemical methods for layering of nanostructured nickel coatings are used. The testing of basic material properties, metallographic observations and measurements of geometrical accuracy of gears are performed. The assessment of coatings is made with particular consideration of the coating quality and its adhesion to the substrate, as well as the changes occurring in the substrate material during coating process. The coatings applied using chemical methods show a good adhesion to the surface of the gear teeth and there is no evidence to suggest that the microstructure of the substrate material has been modified during the coating process. The nickel-nanodiamond coatings can also be applied without modifying the gear geometry and surface finish present after finish grinding.

**20. Petrova A., Z. Karaguiozova, S. Vasseva, S. Stavrev, Project I-Stone, EC Framework 6 collective research project, Proceedings of the 10th Workshop Nanoscience and Nanotechnology, Prof. Marin Drinov Publishing House, issue 9 (2009) pp. 255-258, ISSN 1313 8995**

**Abstract:** The aim of the project I-STONE is to be up to the requirements of the EU Construction Industry for more and higher quality stone products. The fact is that despite its economic importance, the Stone Sector has not made any significant technological progress the last decades. In order to considerably increase the stone efficiency and productivity, minimize the amount of stone wastes disposed in the environment, produce a new generation of multifunctional products based on stone wastes and safeguard the quality in stone application and use, the new technology for the stone production chain is developed. The ultimate target of the project is to transform the traditional Stone Sector into a modern, competitive and knowledge-based industry and ensure a lasting technological superiority of EU over its competitors.

**21. С.Ставрев, З.Карагъзова, Г.Бахаров, С.Савов, Покрития от наноструктурирани материали, Сборник Доклади от 9 Международна Конференция, АМО, България, Кранево, 25-27 юни 2009г., стр. 353-358**

**Резюме:** За подобряване на експлоатационните свойства на машинни детайли, особено на тежконатоварени, се предлага използване на покрития върху работните им повърхности, получени от наноструктурирани материали. Приложени са методите на безтоково химическо отлагане и електроискрово нанасяне на покрития. Посредством електроискров разряд, от подвижен електрод, съдържащ нано-структурирани материали, се отлага покритие върху работна повърхнинана на машинния детайл. Върху така полученото покритие се полага второ чрез безтоково химическо отлагане. Първото



покритие съдържа компоненти от титанов, танталов и хромов карбид и наноразмерен диамант, а второто – композит от никел-фосфор и нано-размерен диамант. Получените покрития имат равномерна дебелина и повишена твърдост и износоустойчивост.

22. *Karaguiozova Zdravka, Manolov Valentin and Tarasov Michael, Electroless iron coating on nanosized particles, BULTRIB'11 - 8th National Conference on Tribology with International Participation, Sofia, 28.10.2011, Tribological Journal BULTRIB Vol. 2, 2012, pp. 73-79 c ISSN: 1313-9878*

**Abstract:** In this research, the electroless method for iron layering on super hard nanosized particles is investigated. The electroless plating on the surfaces is one well-known method for improving the surface properties. The main advantage of this method is the possibility to coat with metal films metals as well as dielectrics even if they have a complicated shape. In this study the electroless iron solution contains  $\text{Fe}^{2+}$  ions as a metal ion and  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  as a chemical reducing agent. The optimal conditions for Fe deposition are specified. EDS and TEM analysis on the coated surfaces are also performed. TEM analysis proves the presence of new formed nanoglobules on the basic material of TiN. EDS analysis of the nanoglobules chemical composition shows presence of 0,174 mass% of iron in relation to TiN.

23. *Karaguiozova Z., Bojanova N., Dimitrova R., Velikov A., Stanev S., Electroless metal deposition, Workshop on TK01/076 Project entitled "Research on nano-modified metal alloys and their application in casting", Hisarya, 14-16.09.2012*

**Abstract:** An improved EFTTOM-NICKEL technology, developed by TU-Sofia, research team is used to obtain electroless nickel coatings on nanosized strengthening particles of TiN and nanodiamond (ND). The obtained coatings consist of Ni and small quantities of phosphorus as the result of the reducer oxidation. Electroless Ni-P coatings provide high quality product, characterized with extreme hardness, enhanced wear and corrosion resistance. The adhesion improvement to the base material is achieved after thermal treatment at 290 °C for 6 hours.

24. *Ж. Калейчева, В. Мишев, З. Карагьозова, М. Кандева, И. Янкова, Изследване на микроструктурата и механичните свойства на сферографитни чугуни с наноразмерни добавки, XXVII Международна научна конференция МТФ 2012 и XI Международна научна конф. АМТЕХ 2012, 19-20 октомври, 2012, София, стр. 202- 208, ISBN 978-954-438-994-9*

**Abstract:** The microstructure and properties of ductile spheroidal graphite cast irons and austempered ductile iron (ADI) strengthened with nanosized particles of cubic boron nitride cBN are investigated. The metallographic analysis and hardness measurements by Vickers and Brinell Methods are performed. Stretch test and experimental investigation of the wear by fixed abrasive are also carried out. The influence of the nanosized additives on the microstructure, mechanical and tribological properties of the irons is studied.

25. *Julieta Kaleicheva1, Mara kandeva, Zdravka Karaguiozova, Valentin Mishev, THE INFLUENCE OF NANOPARTICLE ADDITIVES ON THE STRUCTURE AND PROPERIES OF DUCTILE CAST IRON, 15th*

**Abstract:** The work in this study is focused on investigation of the structure and properties of ductile cast iron with nanoparticle additives: titanium nitride TiN; titanium nitride 30% + titanium carbonitride 70% (30%TiN + 70%TiCN). The nanoparticles are coated with nickel prior to addition to the iron melt to improve their wetting and uniform distribution in the volume of the casting. The metallographic observations and wear test are performed to study the influence of the nanoparticle additives on the cast iron properties.

**26. Ж. Калейчева, М. Кандева, В. Мишев, З. Карагьозова, Износване на изотермично закалени сферографитни чугуни с добавки от наноразмерни частици, ТРИБОЛОГИЧЕН ЖУРНАЛ БУЛТРИБ, Vol. III, No 03 (03), 2013, стр.310-315, ISSN 1313-9878**

**Резюме:** Изследвани са образци от изотермично закалени сферографитни чугуни, съдържащи добавки от наноразмерни частици – титанов нитрид+титанов карбонитрид (TiN+TiCN), титанов нитрид (TiN) и кубичен борен нитрид (cBN). Режимът на термичната обработка включва нагряване при температура 900°C, 1h и изотермично закаляване при 380°C, 2h. Получената микроструктура горен бейнит е изследвана с оптичен металографски микроскоп GX41 OLIMPUS. Проведено е изпитване на твърдост по метода на Викерс и изследване на износването по кинематичната схема „палец-диск“ при триене по закрепен абразив. Установено е влиянието на наноразмерните добавки върху микроструктурата, твърдостта и трибологичните свойства на изотермично закалените сферографитни чугуни.

**27. J. Kaleicheva, M. Kandeva, V. Mishev, Z. Karaguzova, Wear Behavior of Ductile Cast Irons with Nanoparticle Additives, J. Chem. Chem. Eng., Vol. 7, No 11, (2013), pp.1044–1049, ISSN:1934-7375**

**Abstract:** The work in this study is focused on investigation of the structure and properties of ductile cast iron with nanoparticle additives: TiN (titanium nitride); TiN + TiCN (titanium carbonitride) and cBN (cubic boron nitride). The nanoparticles are coated with nickel prior to addition to the iron melt to improve their wetting and uniform distribution in the volume of the casting. The metallographic observation and wear test are performed to study the influence of the nanoparticle additives on the microstructure and cast iron tribological properties.

**28. Kaleicheva J., V. Mishev, G. Avdeev, Z. Karaguzova, M. Kandeva, Tribological behaviour of spheroidal graphite cast irons with nanoadditives, Proceedings of 5<sup>th</sup> world TRIBOLOGY congress, WTC 2013, 8 - 13 September, 2013, Torino, Italy, Paper 1269, ISBN 978-88-908185, on CD**

**Abstract:** Nanosized particles added to the cast iron melt in a small quantity increase the graphite quantity and change its morphology. Combination between the mentioned influence and the metal base structural changes results in the cast iron wear resistance improvement. The austempering as a type of a thermal treatment is a reason for the spheroidal graphite iron metal base bainitic transformation leading to the enhanced strength, increased durability and toughness.

The aim of the present paper is to investigate the microstructure, mechanical and tribological properties of spheroidal graphite iron and austempered ductile iron samples containing titanium nitride + titanium carbonitride ( $TiN + TiCN$ ); titanium nitride  $TiN$  and cubic boron nitride  $cBN$  respectively.

The composition of the spheroidal graphite iron samples is: Fe-3,55C-2,67Si-0,31Mn-0,009S-0,027P-0,040Cu-0,025Cr-0,08Ni-0,06Mg wt%. The  $TiN$ ,  $TiCN$  and  $cBN$ , nanosized particles are coated by electroless nickel coating EFTTOM-NICKEL prior to the edition to the melt. The nickel coating improves the particles wetting into the melt and their uniformity distribution into the casting volume.

Some of the spheroidal graphite iron samples are undergoing an austempering.

The cast iron and austempered ductile iron samples' microstructure is observed by means of an optical metallographic microscope GX41 OLIMPUS. The micro hardness testing is performed by Brinell Method for the cast iron samples and by Vickers method for the austempered ductile iron samples.

The experimental wear examination of the cast and austempered spheroidal graphite iron is performed in friction conditions of a fixed abrasive by a cinematic scheme „pin - disc” using an accelerated testing method and device.

The microstructure of the surfaces before and after the wear tests is investigated by scanning electron microscope (SEM) PƏMMA 101-A. The austempered ductile iron samples are tested by X-Ray diffraction analysis the residual austenite quantity in the structure before and after tribological testing and the deformation martensite formation during wear test to be determined.

**29. J. Kaleicheva, V. Mishev, G. Avdeev, Z. Karaguiozova, B. Dineva, Influence of nanoadditives on the structure and properties of austempered ductile irons, Proceedings of European Conference on Heat Treatment and 21<sup>st</sup> IFHTSE Congress, 12-15 May 2014, Munich, Germany, pp. 537-543 ISSN1749-5148**

**Abstract:** The microstructure and properties of austempered ductile iron with nanosized additives: titanium nitride + titanium carbonitride ( $TiN + TiCN$ ) and titanium nitride  $TiN$  are investigated. The samples of unalloyed ductile iron are put under austempering at the following conditions: heating at 900 °C, 1 h and isothermal retention at 280 °C, 2 h with the aim to achieve lower bainitic structure. The microstructure of the iron is investigated by metallographic analyses. The Vickers hardness testing, impact toughness strength examination and wear resistance at a fixed specimen study are carried out. The retained austenite quantity in the austempered ductile iron before and after tribological testing is determined by X-Ray analysis. The influence of the nanosized additives on the microstructure, mechanical and tribological properties of the iron is investigated.

**30. Z. K. Karaguiozova, J. A. Kalejcheva, S. J. Stavrev, SURFACE MODIFICATION OF DETONATION SYNTHESIZED NANODIAMONDS BY ELECTROLESS DEPOSITED METALS COATINGS, XII International Symposium on Explosive Production of New Materials: Science, Technology, Business, and Innovations (EPNM-2014), Cracow, Poland, 2014, pp. 103-104. Book of abstracts, ISBN 978-83-938502-2-8**

**Abstract:** Diamond is the abrasive of choice for sawing, grinding and polishing of the materials. Due mainly to diamond extreme hardness, the material removal rates achievable with diamond tools are sufficiently high. To produce diamond tools, diamond crystals are blended with a matrix material as a polymeric resin, a metal powder, a layer of metal. One of

the big problems is that it is not easy to hold diamond in place in the matrix. Several different bonding materials are used to bond the diamond to the matrix. Powders can be coated with nickel, copper and other metals and their alloys. Usually pull-out ratio of coated grits can be reduced by 20-40% compared to that of uncoated ones. Moreover, most of crystals can be used to their full cutting potential. Ni-coating increases productivity of diamond tools, namely the durability of such coated grains due to more powerful grain holding in bond. The coating fills in micro splits of diamond grains and wraps them, which increases the durability of powder and the productivity of diamond tools. One different kind of diamond powder is nanodiamond powder. The aim of the present work is to investigate the influence of additions of a metalized nanodiamond in composite materials to increase there strength. To achieve this, the matrix has to be sufficiently elastic and hard to hold the diamond grains within.

**31. V. Mishev, J. Kaleicheva, G. Avdeev, Z. Karaguiozova, B. Dineva, Austempered Ductile Irons with Nanoparticle Additives, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY'13, eds. E. Balabanova, E. Mileva, BAS, Sofia, Bulgaria, 2014, pp. 133-136, ISSN 1313-8995**

**Abstract:** The microstructure and properties of austempered ductile iron with nanosized additives of cubic boron nitride cBN are investigated. Samples of ductile iron are put under austempering under the following conditions: heating at 900 °C, 1 h and isothermal retention at 280 °C, 2 h and 380 °C, 2 h with the aim to achieve a lower bainitic structure and an upper bainitic structure. The microstructure of the iron is investigated by optical metallographic analysis and X-ray analyses. The Vickers' hardness testing and impact strength examination are performed. The ductile iron wear resistance study under friction conditions at fixed abrasive are carried out. The influence of the nanosized additives on the microstructure, mechanical and tribological properties of the iron is investigated.

**32. J. Kaleicheva, V. Mishev, R. Lasarova, G. Avdeev, Z. Karaguiozova, Spheroidal graphite cast irons with nanosized additives, NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY 16, 2014, (on print)**

**Abstract:** Two Spheroidal graphite cast irons compositions with nanosized additives – titanium nitride+titanium carbonitride (TiN + TiCN), titanium nitride TiN and cubic boron nitride cBN are studied. The cast irons structure is observed by optical and quantitative metallographic analysis. The graphite sphere size, the graphite, ferrite and pearlite quantity are defined. The Brinell hardness, impact toughness and wear testing are performed. The nanosized additives influence on the graphite morphology, cast irons microstructure and physical and mechanical properties is investigated.

**33. Mishev V., J. Kaleicheva, Z. Karaguiozova, Spheroidal graphite cast irons with nanosized additives, Сборник доклади I<sup>BA</sup> научна конференция за млади учени, докторанти и постдокторанти "YoungFIT" 2014, МТФ, ТУ-София, София, 2014, pp. 135-142, ISSN 2367-637X**

**Abstract:** The austempered cast irons with nanosized additives - titanium nitride + titanium carbon nitride (TiN + TiCN), titanium nitride (TiN) and cubic boron nitride (cBN) are investigated in this study. Nanosized additives are coated applying EFTTOM-NICKEL method for electroless nickel plating before being added to the melt. The nanosized particles influence on the pearlite quantity in the structure and on the graphite forming in the spheroidal

graphite cast irons are studied by Quantitative Metallographic Analysis. The austempering of the samples is performed. The process comprises heating at 900°C, 1 h and austenite isothermal transformation at 280° and 380°C for 120 min. The bainitic transformation kinetics and the structure formation in the bainitic area in the irons with and without nanosized additives are investigated. The Vickers hardness testing, impact toughness strength examination, wear resistance, quantitative X-Ray analysis and optical metallographic analysis are carried out. The retained austenite quantity in the austempered ductile iron before and after tribological testing is determined by X-Ray analysis. The influence of the nanosized additives on the microstructure, mechanical and tribological properties of the iron is investigated.

### **III. РЕЗЮМЕТА НА АВТОРСКИ СВИДЕТЕЛСТВА**

#### ***34. АС рег. №58731, Г.Георгиев, З.Карагъзова, Рзтвор за обменно покаляване на мед и медни сплави***

**Резюме:** Изобретението се отнася до разтвор за обменно покаляване на мед и медни сплави и намира приложение главно за подобряване на припойваемостта в металообработването, електротехниката и електрониката, по-специално за покаляване на медните проводящи шини на печатните схеми. Получен е траен разтвор, от който се отлага калай при стайна температура. Металните слоеве задоволяват изискванията на съвременната техника по отношение на плътност, блясък и припойваемост, която се изразява с добро омекряне от оловно-калаени припои.

#### ***35. АС СССР №1494563, Розовский Г., Петретите Л., Мирвене И., Георгиев Г., Карагъзова З., Раствор для химического осаждения покрытия на основе олова на медь и ее сплавы***

**Резюме:** Изобретението се отнася към методите за безтоково отлагане на покрития, по-специално към разтворите за покаляване и може да се използва в електронната промишленост, приборостроенето и др. При отлагане на калай, процесът спира след като бъде покрита цялата повърхност на обработвания материал. Поради това се получават тънки покрития (по-тънки от 0,5 мкм). Интензификацията на процеса води до образуване на по-дебели, но порести и едрокристални утайки. Целта на изобретението е получаване на сравнително дебели покрития със ситнозърнеста структура. Решението на поставените задачи води до получаване на покрития със средна величина на кристалните зърна 0,44-5,20 мкм. Известните прототипи осигуряват повече от десет пъти по-едрозърнеста структура (5,38 мкм). Наблюдава се и увеличение на срока на запазване на добра припойваемост от 2 на 3 години. Не се установява разлика в количеството на отложения калай.

#### ***36. АС СССР №4904294, Вальсунене И., Иуревичус А., Георгиев Г., Карагъзова З., Раствор для химического серебрения***

**Резюме:** Изобретението се отнася към техниките на отлагане на метални, в частност сребърни покрития. Покритията може да се използват в радиотехниката за изработване на вълноводи, също така и в други области на техниката за получаване на изделия с декоративна цел или с добра електропроводимост и др. Поставената задача е да се създаде разтвор за посребряване, подходящ за метализиране на повърхността на вълноводи, изработени от титан. Друга цел на изобретението е да се получи добра

адхезия с основата като се запазят външния вид и свойствата на покритието. Иновативността на предложението е използването на мравчена киселина за подобряване на адхезията. Разработеният разтвор позволява да се замени използвания до сега галваничен процес за покриване на вътрешната повърхност на вълноводите.

София  
10.04.2015г.

Подпис:  
/гл.ас.д-р З.Карагъзова/