

# СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ С ОРИГИНАЛНИТЕ РЕЗЮМЕТА

на гл. ас. д-р инж. Анна Димитрова Бузекова – Пенкова

предоставени за участие в конкурс за академичната длъжност „Доцент“, обявен в Държавен вестник бр. 43 от 10.06.2022 г., от Институт за космически изследвания и технологии – БАН 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” (нови материали и технологии за космически експерименти и работа в екстремни условия), за нуждите на секция “Космическо материалознание” при ИКИТ - БАН.

A1. Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор” на тема: „Методика за изследване влиянието на открития космос върху структурни и физико-механични параметри на дисперсно уякчена с нанодиамант алуминиева сплав В95”, 2017 г., София, ИКИТ – БАН, научен консултант - проф. дфн. Корнели Григоров.



BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCE  
SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY INSTITUTE  
Department “Space material science”

Anna Dimitrova Bouzekova-Penkova

## METHOD FOR INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL AND PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINIUM ALLOY B-95 STRENGTHENED WITH NANODIAMOND PARTICLES

ABSTRACT of Ph. D. THESIS

Modern alloys used in space applications are intended to work in extreme conditions: high vacuum, large temperature changes, space radiation, and mechanic stress (high acceleration and vibrations), which have a potential influence on material's properties. The objective of the present PhD thesis is a new material created in “Space Materials Science” department of SRTI-BAS, an aluminium alloy with a quantified amount of Ultradisperse Diamond Powder (UDDP) and tungsten (W).

The project was carried out in cooperation with a leading space state on the Russian Modul of the International Space Station (ISS). The samples of the new alloy were integrated into the DP-PM block of the OBSTANOVKA experiment.

DP-PM block is an aluminium alloy container (185 x 70 x 20 cm). Inside the container, there are ten test samples milled from the UDDP-W-modified B-95 aluminium alloy.

After being exposed for 28 months on the outer side of the ISS, the DP-PM block was taken back to Earth and the parameters of the samples were measured:

- Microbiological – microbial contamination was measured
- Structural analysis – Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD), Atomic Force Microscopy (AFM)
- Mechanical analysis – hardness tests, microhardness, nanohardness, Young modulus, strength tests
- Physico-chemical analysis – X-ray Photoelectron Spectroscopy (XRS), Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX)

After an extensive range of measurements, it is possible to elucidate the mechanisms leading to structural changes in the crystal structure of the material and its mechanical degradation that result from ionizing radiation bombardment and cyclic large temperature changes. The most general conclusion is that these two most important space environmental factors are acting largely in synergism—radiation is creating defects in the crystal structure of the material, and temperature oscillations decrease the activation energy of diffusion. As a result, a specific migration of different chemical components of the alloy occurs. The atoms' migration leads to the appearance of new crystal phases that change the initial properties of the material. In comparison with the on-earth control samples, the hardness of the exposed samples is decreased, but their elasticity is increased.

**A1.1 Бузекова – Пенкова Анна (2013). Програма и методика за провеждане на експеримент за изследване влиянието на открития космос върху материали на основата на дисперсноуякчена алуминиева сплав, Осма научна конференция с международно участие “Космос, екология, сигурност”, SES 2012, София, България, 4-6 Декември 2012г., стр. 280 – 283; ISSN 1313 – 3888;**

S E S 2 0 1 2  
Eighth Scientific Conference with International Participation  
SPACE, ECOLOGY, SAFETY  
4 – 6 December 2012, Sofia, Bulgaria

---

**ПРОГРАМА И МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА  
ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОТКРИТИЯ КОСМОС ВЪРХУ МАТЕРИАЛИ  
НА ОСНОВАТА НА ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ**

Анна Бузекова - Пенкова

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg

Ключови думи: алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах

Резюме: Композиционните материали са материалите на бъдещето и изискванията към тях стават все по-големи. Това доведе до създаването на нов материал в нашето направление. Това е материал на алуминиева основа, който съчетава в себе си максимална здравина, в комбинация с висок модул на еластичност, устойчивост на топлина, устойчивост на износване, ниска плътност и други свойства. За космически приложения от съвременните композити се изисква да работят в екстремални условия и да притежават редица специфични физико-механични показатели. Ето защо изследването на този материал в условията на открития космос се предхожда от предварителни изследвания, които ни дават представа.

**A1.2 Бузекова – Пенкова Анна (2015). Механични свойства на модифицирана алуминиева сплав – В95, Десета научна конференция с международно участие “Космос, екология, сигурност”, SES 2014, стр. 479 – 483; ISSN 1313 – 3888;**

**МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА МОДИФИЦИРАНА  
АЛУМИНИЕВА СПЛАВ – В95**

Анна Бузекова – Пенкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките*  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg

*Ключови думи:* алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах

*Резюме:* В представената работа са разгледани механичните свойства на алуминиевата сплав – В 95 и създадената в нашето направление сплав – В95 с количествена прибавка на ултрадисперсен диамантен прах /УДДП/ и волфрам /W/.

**A1.3 Бузекова-Пенкова А., А. Митева (2015) Уякчаващи добавки в композиционни материали на алуминиева основа, Десета юбилейна научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност” SES 2014, стр. 484 – 488; ISSN 1313 – 3888;**

**УЯКЧАВАЩИ ДОБАВКИ В КОМПОЗИЦИОННИ МАТЕРИАЛИ  
НА АЛУМИНИЕВА ОСНОВА**

Анна Бузекова – Пенкова, Аделина Митева

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg; ad.miteva@gmail.com

*Ключови думи:* Алуминиеви (Al) сплави, уякчаващи добавки, силициев карбид (SiC), нанодиамант и (ND), метални композити

*Резюме:* В днешно време наноструктурираните метали, сплави и композитни материали са обект на засилен интерес. Това се дължи най-вече на техните естествени и потенциални приложения в различни сфери на промишлеността и битая. В тази статия ние правим преглед на основните съществуващи добавки, отговорни за уякчаването на алуминия и алуминиевите сплави. Възможни бъдещи изследвания се разглеждат.

**A1.4 Бузекова – Пенкова А. (2016) Методика на снемане на блок ДП-ПМ от борда на МКС и програма за последващи наземни изпитания, „Космос, екология, сигурност” SES 2015, стр. 397 – 402; ISSN 1313 – 3888;**

## **МЕТОДИКА НА СНЕМАНЕ НА БЛОК ДП-ПМ ОТ БОРДА НА МКС И ПРОГРАМА ЗА ПОСЛЕДВАЩИ НАЗЕМНИ ИЗПИТАНИЯ**

**Анна Бузекова – Пенкова**

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: a\_bouzekova@space.bas.bg*

*Ключови думи: алуминиева сплав, МКС*

*Резюме: Показана е методиката на демонтаж на блока ДП-ПМ от повърхността на ПВК и подготовка на неговото завръщане на Земята.*

**A1.5 Bouzekova – Penkova A., Korneli Grigorov, Maria Datcheva, Cicero Alves Cunha (2016) Influence of the outer space on nanohardness properties of Al-based alloy, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Vol 69, No 10, pp.1351-1354; ISSN1310–1331, SNIP-0.325, SJR - 0.207, IF - 0.251, Scopus Q3**

Доклади на Българската академия на науките  
Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences

*Томе 69, No 10, 2016*

*SCIENCES COSMIQUES*

*Technologie aérospatiale*

### **INFLUENCE OF THE OUTER SPACE ON NANO HARDNESS PROPERTIES OF AL-BASED ALLOY**

**Anna Bouzekova-Penkova, Korneli Grigorov,  
Maria Datcheva\*, Cícero Alves Cunha\*\***

*(Submitted by Corresponding Member Ch. Stoyanov on June 17, 2016)*

#### **Abstract**

In this paper we present a study on the mechanical properties of aluminium alloy, particularly on the nanohardness determined by nanoindentation. The tests are performed onto samples, exposed to the outer space conditions and such that were kept in terrestrial ones. It is evidenced that the absorbed high radiation dose leads to partial crystalline structure degradation, the latter leading to a significant decrease in the hardness test.

**Key words:** indentation hardness, indentation modulus, gamma-radiation, crystalline structure

**B4.1 Bouzekova-Penkova Anna, Peter Tzvetkov (2019) Investigation of outer space influence on structural properties of strengthened 7075 aluminum alloy. Experiments onboard the international space station (ISS), Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Vol 72, No7, pp. 939-946; ISSN1310–1331, DOI: 10.7546/CRABS.2019.07.12, SNIP-0.218, SJR - 0.218, IF – 0.343, Web of science - Q4; Scopus - Q2**

Доклади на Българската академия на науките  
Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences

*Tome 72, No 7, 2019*

*SPACE SCIENCES*

*Space materials science*

**INVESTIGATION OF OUTER SPACE INFLUENCE ON  
STRUCTURAL PROPERTIES OF STRENGTHENED 7075  
ALUMINUM ALLOY. EXPERIMENTS ONBOARD THE  
INTERNATIONAL SPACE STATION (ISS)**

**Anna Bouzekova-Penkova, Peter Tzvetkov\***

*(Submitted by Corresponding Member P. Velinov on May 21, 2019)*

**Abstract**

A new type of composite based on the high-tensile aluminum alloy 7075 strengthened with nanoparticles of diamond powder and tungsten is developed. The resulting new composite was stored in two different environmental conditions for 28 months. One sample was stored on Earth at room temperature and second one was mounted on the outer side of the International Space Station. The effect of outer space on the microstructure of this new alloy was investigated by means of powder X-ray diffraction (XRD), X-ray photoelectron microscopy (XPS) and EDAX microprobe analysis.

**Key words:** aluminum alloy (7075), cosmic ray and gamma radiation, crystalline structure, X-ray diffraction, X-ray photoelectron microscopy (XPS) and EDAX microprobe analysis

**B4.2 Anna Bouzekova-Penkova, Yordan Mirchev (2020) Destructive and nondestructive testing of the mechanical properties of aluminium alloy enhanced by nanodiamond and tungsten exposed in the outer space, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Vol 73, No 4, pp.547-552; ISSN1310–1331, DOI:10.7546/CRABS.2020.04.13, SNIP-0.353, SJR - 0.244, IF – 0.378, Web of science - Q4; Scopus - Q2**

**DESTRUCTIVE AND NONDESTRUCTIVE TESTING  
OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINIUM  
ALLOY ENHANCED BY NANODIAMOND  
AND TUNGSTEN EXPOSED IN THE OUTER SPACE**

**Anna Bouzekova-Penkova, Yordan Mirchev\***

(Submitted by Academician V. Sgurev on March 9, 2020)

**Abstract**

In this paper we present a study on the mechanical properties of nanodiamond enhanced tungsten strengthened aluminium alloy 7075, stored for 28 months under different conditions. One of the samples was stored in terrestrial conditions and the other sample was mounted on the outside of the International Space Station for the same period. The purpose of the experiment is to determine tensile strength, Young's modulus and Poisson's ratio using different testing procedures and to compare the results with those obtained using the ultrasonic volumetric method.

**Key words:** aluminium and alloys, nanodiamond, ultrasonic volumetric method, tensile strength, outer space structures

**B4.3 Anna Bouzekova-Penkova, Silviya Simeonova, Rositza Dimitrova, Rayna Dimitrova (2020). Structural properties of aluminium alloy enhanced by nanodiamond and tungsten exposed in the outer space, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Vol 73, No9, pp.1270-1276; ISSN1310–1331, DOI:10.7546/CRABS.2020.09.11, SNIP-0.353, SJR - 0.244, IF – 0.378, Web of science - Q4; Scopus - Q2**

**STRUCTURAL PROPERTIES OF ALUMINIUM ALLOY  
ENHANCED BY NANODIAMOND AND TUNGSTEN  
EXPOSED IN THE OUTER SPACE**

**Anna Bouzekova-Penkova, Silviya Simeonova\*, Rositza Dimitrova\*\*,  
Rayna Dimitrova\*\*\*\***

(Submitted by Corresponding Member P. Velinov on June 19, 2020)

**Abstract**

In this paper we present a study on the structural properties of nanodiamond enhanced tungsten strengthened aluminium alloy 7075, stored for 28 months under different conditions. One of the samples was stored in terrestrial conditions and the other sample was mounted on the outside of the International Space Station for the same period. The effect of the outer space on the microstructure of this new alloy was investigated by light microscopy (LM), Scanning Electron Microscopy (SEM) and Atomic Force Microscopy (AFM).

**Key words:** aluminium alloy (7075), cosmic ray and gamma radiation, microstructure, light microscopy (LM), Scanning Electron Microscopy (SEM), Atomic Force Microscopy (AFM)

**B4.4 Dimitar Teodosiev, Anna Bouzekova – Penkova, Korneli Grigorov, Rumen Nedkov, Georgi Stanev, Peter Tzvetkov, Boyko Tsyntsarski, Angelina Kosateva, Stanislav Klimov, Valery Grushin (2021) Structural and mechanical properties of glass-carbon coatings after an extended stay on the international space station, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Vol 74, No 2, pp.197-206; ISSN1310–1331, DOI:10.7546/CRABS.2021.02.05, SNIP-0.353, SJR - 0.244, IF – 0.378, Web of science - Q4; Scopus – Q3**

Доклади на Българската академия на науките  
Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences  
Tome 74, No 2, 2021

CHEMISTRY  
Inorganic chemistry

**STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
OF GLASS-CARBON COATINGS AFTER AN EXTENDED  
STAY ON THE INTERNATIONAL SPACE STATION (ISS)**

Dimitar Teodosiev, Anna Bouzekova-Penkova, Korneli Grigorov,  
Rumen Nedkov, Peter Tzvetkov\*, Boyko Tsyntsarski\*\*,  
Angelina Kosateva\*\*, Stanislav Klimov\*\*\*, Valery Grushin\*\*\*

(Submitted by Corresponding Member P. Velinov on October 6, 2020)

**Abstract**

In this paper we present a study on the structural and mechanical properties of glassy-carbon coatings applied to graphite samples, stored for 28 months under different conditions. One of the samples is stored in terrestrial conditions, and the other sample is mounted on the outside of the International Space Station for the same period. The effect of outer space on glass-carbon coatings was examined by powder X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy and nanoindentation.

A weak diffuse XRD reflex of the amorphous glassy carbon layer is observed in all samples at  $17^\circ 2\theta$ . The disordered nature of the layer is also confirmed by Raman spectroscopy, as the collected spectra are typical for glassy carbon material. No change in the structure of the glassy carbon layers due to stay at ISS was observed.

The glassy-carbon coatings deposited onto graphite substrate can be successfully used for electrical field ionosphere measurements.

**Key words:** glassy carbon, cosmic ray and gamma radiation, X-ray diffraction, Raman spectroscopy and indentation hardness

**B4.5 Adelina Miteva, Anna Bouzekova-Penkova (2021) Some aerospace applications of functionally graded materials, Aerospace Research in Bulgaria, Vol 33, pp.195 – 209; ISSN 1313-0927, Web of science - Q4**



Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute.  
Aerospace Research in Bulgaria. 33, 2021, Sofia

## **SOME AEROSPACE APPLICATIONS OF FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS**

*Adelina Miteva, Anna Bouzekova-Penkova\**

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: [ad.miteva@gmail.com](mailto:ad.miteva@gmail.com), [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg)*

**Keywords:** *Functionally Graded Materials, Properties of Functionally Graded Materials, Composites, Areas of Applications of Functionally Graded Materials, Aerospace Applications of Functionally Graded Materials*

### **Abstract**

*Functionally graded materials (FGMs) are currently the subject of great and ever-growing interest from industry and science, and are widely used due to their advantages. These advantages are due to their unique properties and, therefore, their many actual and potential applications in various fields of industry, science and everyday life. In this literature review paper, we will briefly focus on some of the properties of FGMs and on some of the existing and expanding future applications of FGM in aerospace and related industries. A critical discussion is presented. Possible future expansion of work in this area is being considered.*

**B4.6 Anna Bouzekova-Penkova, Silviya Simeonova (2022) AFM analysis of aluminium alloy 7075, Aerospace Research in Bulgaria, Vol 34, pp.157 – 164; ISSN 1313-0927, Web of science - Q4**

Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute.  
Aerospace Research in Bulgaria. 34, 2021, Sofia

## **AFM ANALYSIS OF ALUMINIUM ALLOY 7075**

*Anna Bouzekova-Penkova<sup>1</sup>, Silviya Simeonova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences*

<sup>2</sup>*Department Physical Chemistry Faculty of Chemistry and Pharmacy Sofia University St.  
Kliment Ohridski 1*

*e-mail: [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg), [fhsss@chem.uni-sofia.bg](mailto:fhsss@chem.uni-sofia.bg)*

**Keywords:** *Atomic Force Microscopy (AFM,) aluminium alloy 7075, cosmic ray and gamma radiation.*

### **Abstract**

*In this paper we present the results of atomic force microscopy (AFM) characterization of the surface morphology new type of composite based on the high-tensile aluminum alloy 7075 strengthened with nanoparticles of diamond powder and tungsten is developed, stored for 28 months under different conditions. One sample was stored on Earth at room temperature and second one was mounted on the outer side of the International Space Station.*



**B4.7 Bouzekova-Penkova A., A. Miteva (2022) Some aerospace applications of 7075 (B95) aluminium alloy, Aerospace Research in Bulgaria, Vol 34, pp.165 – 179; ISSN 1313-0927; Web of Science - Q4**

Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute.  
Aerospace Research in Bulgaria. 34, 2022, Sofia

DOI: <https://doi.org/10.3897/arb.v34.e15>

**SOME AEROSPACE APPLICATIONS OF 7075 (B95) ALUMINIUM ALLOY**

*Anna Bouzekova-Penkova, Adelina Miteva*

*Space Research and Technology Institute — Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg); [ad.miteva@gmail.com](mailto:ad.miteva@gmail.com)*

**Keywords:** *Aluminium alloys, Aluminium 7075 / B95 alloy, Aluminium 7xxxx alloys, Applications, Aerospace applications of 7075 (B95) alloy*

**Abstract**

*Nowadays, aluminium alloys are of growing interest to scientists and are widely used in aerospace and allied industries due to their inherent lightness, high strength to weight ratio, excellent thermal and electrical conductance, good reflectivity and low working cost. Among the conventional structural materials used in aerospace applications aluminium alloys are frontrunners. This is due to the ability of modern aluminium alloys to achieve unique combination of properties, through alloying and heat treatment, tailored to particular applications. Aluminium alloy 7075 (B95) is a high-strength alloy that works in extreme conditions and is used in modern construction of aircraft, spacecraft and satellites.*

*In this mini-review, we will briefly focus on some of the existing and growing applications of some 7xxx aluminium alloys, in particular 7075 (B95), in the aerospace industry. Possible options for continuing work in this area are considered, and some Bulgarian developments are presented.*

**B4.8 Bouzekova-Penkova Anna, Stanislav Klimiv, Valery Grushin, Olga Lapshinova, Denis Novikov (2023) Space Experiment "Obstanovka (1 - stage)", block DP - PM of the Russian segment of the International Space Station (ISS), Aerospace Research in Bulgaria, Vol 35; SJR-0.06; Scopus - Q4**

Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute.  
Aerospace Research in Bulgaria. 35, 2023, Sofia

**SPACE EXPERIMENT "OBSTANOVKA (1-STEP)", BLOCK DP - PM ON THE RUSSIAN SEGMENT OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION (ISS)**

*Anna Bouzekova-Penkova<sup>1</sup>, Stanislav Klimov<sup>2</sup>, Valery Grushin<sup>2</sup>, Olga Lapshinova<sup>2</sup>, Denis Novikov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg)*

<sup>2</sup>*Space Research Institute - Russian Academy of Sciences  
e-mail: [sklimov@iki.rssi.ru](mailto:sklimov@iki.rssi.ru), [vgrushin@iki.rssi.ru](mailto:vgrushin@iki.rssi.ru), [olga.lapshinova@rsce.ru](mailto:olga.lapshinova@rsce.ru), [dnovikov@iki.rssi.ru](mailto:dnovikov@iki.rssi.ru)*

**Abstract**

*In the presented work is described the methodology for conducting the technological experiment DP-PM, which is part of the space experiment "Obstanovka 1-step". The DP-PM block was installed on the Russian Segment of the International Space Station in the period from 04/19/2013 to 08/10/2015. The purpose of the experiment is to study the effect of outer space on the properties of graphite samples with a glassy carbon coating and samples of B95 (7075) aluminium alloy with a quantitative addition of ultradisperse diamond powder and tungsten after a long stay in near Earth orbit.*

**Keywords:** *aluminium, aluminium alloys, glassy carbon, International space station (ISS), fundamental and applied space research*

**B4.9 Tsyntsarski Boyko, Ivanka Stoycheva, Georgi Georgiev, Nartzislav Petrov, Angelina Kosateva, Bilyana Petrova, A. Bouzekova-Penkova, Tanya Tsoncheva, Gloria Issa (2022) Refuse-derived fuel based cobalt catalysts for hydrogen Production, Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, SNIP-0.353, SJR - 0.244, IF – 0.378; ISSN 1310–1331; Scopus - Q3;**

### **Refuse-derived fuel based cobalt catalysts for hydrogen production**

Boyko Tsyntsarski<sup>1\*</sup>, Ivanka Stoycheva<sup>1\*</sup>, Georgi Georgiev<sup>1</sup>, Nartzislav Petrov<sup>1</sup>,  
Angelina Kosateva<sup>1</sup>, Bilyana Petrova<sup>1</sup>, A. Bouzekova-Penkova<sup>2</sup>,  
Tanya Tsoncheva<sup>1</sup>, Gloria Issa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Organic Chemistry with Centre of Phytochemistry, Bulgarian Academy of Sciences,  
Acad. G. Bonchev str., BL.9, 1113 Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup>Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev str.,  
BL.1, 1113 Sofia, Bulgaria

#### **Abstract**

Refuse-derived fuel (RDF) is a mixed industrial waste, which often contains combustible materials (cellulose, polymers, rubber, biomass, etc.). The RDF waste precursor is subjected to thermo-oxidation treatment at 300 °C, followed by carbonizations at 600 °C, and high temperature hydrolysis at 800 °C. The obtained nanoporous carbon material was subjected to detailed characterization by low temperature nitrogen sorption, elemental analysis, etc. Carbon derived from RDF is distinguished by micro/mesoporous texture and moderately high surface area (650 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>). The catalyst obtained is tested in the process of methanol decomposition, leading to production of hydrogen as a fuel. The influence of the physico-chemical characteristics of the synthesized carbon on the catalytic activity of carbon based cobalt catalyst is studied.

**Key words:** RDF fuel, nanoporous carbon, catalyst supports

**B4.10 Petkov Vladimir, Mihaela Aleksandrova, Veselin Petkov, Dimitar Teodosiev, Anna Bouzekova-Penkova (2022) Investigation of glassy-carbon coating/layer deposited on titanium alloy, microstructure and mechanical properties, Journal of Theoretical and Applied Mechanics; Print ISSN: 0861-6663, Online ISSN: 1314-8710; Web of Science – Q4**

## INVESTIGATION OF GLASSY CARBON COATING DEPOSITED ON TITANIUM ALLOY: MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES

Vladimir Petkov\*, Mihaela Aleksandrova\*, Veselin Petkov\*, Dimitar Teodosiev\*\*,  
Anna Bouzekova-Penkova\*\*

\* *Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Metal Science, Equipment and  
Technology with Hydroaerodynamic Center "Acad. Angel Balevski", 67  
"Shipchenski Prohod" Blvd, 1574 Sofia, Bulgaria, email: [vladimir2pe@yahoo.com](mailto:vladimir2pe@yahoo.com),  
[mihaelaaleksandrova204@gmail.com](mailto:mihaelaaleksandrova204@gmail.com), [veselin.petkov@ims.bas.bg](mailto:veselin.petkov@ims.bas.bg)*

\*\* *Bulgarian Academy of Sciences, Space Research and Technology Institute, 1,  
„Acad. Georgy Bonchev”, 1113 Sofia, Bulgaria, email: [dteod@space.bas.bg](mailto:dteod@space.bas.bg),  
[a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg)*

### ABSTRACT

The deposition of glassy carbon coating on the widely applied in implantology titanium alloy - Ti 6V 4Al, is performed by a novel original thermo-chemical method, developed in the Bulgarian Academy of Sciences. The deposition of glassy carbon was carried out in a protective inert environment of argon at high temperature around 1000°C. The combination of biocompatible carbon containing coating and biocompatible titanium alloy represents an innovative implant material for medical use. An important aspect of the new material development process is the study of the mechanical properties and microstructure. Therefore, the microstructure and the mechanical characteristics of the obtained composite biocompatible material, consisting of titanium matrix and glassy carbon coating, were studied in the present work. The microstructure of the coating and its elemental composition were examined by metallographic microscope and by SEM-EDS analysis. Mechanical tests have also been performed in order to determine and compare the ultimate tensile strength and tensile yield strength of titanium alloy samples with and without glassy carbon cover. The hardness and the modulus of elasticity of the considered materials are determined by instrumented indentation technique.

KEYWORDS: biocomposite, titanium alloys, glassy carbon coating/layer/, microstructure, tensile strength

Г8.1 Ставрев С. Я, Бузекова А. Д., Петрова А. П., Козаров СТ. Д., Иванов П. (2001) Дисперсноуякчени високояки алуминиеви сплави, Юбилейна научна сесия "40 години от първия полет на човека в космоса", ВВОВУ "Г. Бенковски", Долна Митрополия, 12-13 Април 2001г., (Т.2), стр.58-67; ISBN 954-713-052;

ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНИ ВИСОКОЯКИ АЛУМИНИЕВИ  
СПЛАВИ

С. Я. Ставрев, А. Д. Бузекова, А. П. Петрова, Ст. Д. Козаров,  
П. Й. Иванов

В последното десетилетие научните изследвания към създаване на високояки алуминиеви сплави, уякчени с дисперсни частици от типа SiC, TiC, ZrC, TiN бележат изключително висок ръст [1, 2].

Този факт намира своето обяснение в използваните два модела на механизма на дисперсното уякчаване: в първия модел на Ансел и Ленел се предполага, че взаимодействието на дислокациите с уякчаващите матрицата частици води към отместване на частиците или тяхното разрушение.

Границата  $\sigma_T$  на сплавта се определя с израза:

**Г8.2 Ставрев С. Я., Бузекова А. Д., Марков Л. Г., Караджов Ю., Петрова А. П. (2001) Синтез на ултрадисперсен диамантен прах от свободния въглерод на ВВ. Технология, изследване и област на приложение, Научна конференция с международно участие "Технологии, сигурност и екология", ВВОВУ "В. Левски", Велико Търново, 21-22 Юни 2001г., No 72, стр. 32-39; ISSN 0861-0312;**

32

СИНТЕЗ НА УЛТРАДИСПЕРСЕН ДИАМАНТЕН ПРАХ ОТ СВО-  
БОДНИЯ ВЪГЛЕРОД НА ВЗРИВНИ ВЕЩЕСТВА: ИЗСЛЕДВАНИЯ  
И ОБЛАСТИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ

С. Я. СТАВРЕВ, А. Д. БУЗЕКОВА, Л. Г. МАРКОВ,  
Ю. С. КАРАДЖОВ, А. П. ПЕТРОВА

SYNTHESIS OF ULTRADISPERSE DIAMOND POWDER FROM THE  
FREE CARBON OF EXPLOSIVES: PROPERTIES AND FIELDS OF  
APPLICATION

S. Y. STAVREV, A. D. BOUZEKOVA, L. G. MARKOV,  
J. S. KARADJOV, A. P. PETROVA

*In the present paper the technology for the 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 ones.*

*Key words: diamond, carbon like materials, UDDP*

Г8.3 Бузекова А., Ст. Д. Козаров, С. Ставрев (2005) Предварителна подготовка на експеримент “Обстановка” – програма за наземна експериментална обработка, Международна научна конференция AMTECH 2005 Русенски университет “Ангел Кънчев” и Съюза на учените 10-12.11.2005, том 44, серия 2, стр.125-129; ISSN 13113321;

ТРУДОВЕ на ЮБИЛЕЙНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ 2005, том 44, серия 2  
МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ AMTECH 2005

**ПРЕДВАРИТЕЛНА ПОДГОТОВКА НА ЕКСПЕРИМЕНТ “ОБСТАНОВКА” –  
ПРОГРАМА ЗА НАЗЕМНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОБРАБОТКА**

А. Д. Бузекова; Ст. Д. Козаров; С. Я. Ставрев;

*БАН - Институт за космически изследвания  
Секция “Космическо Материалознание и Нанотехнологии”  
Ул. “Московска” №6, София., a\_bouzekova@abv.bg.*

Ключови думи: алуминиеви сплави, ултрадисперсен прах

*Резюме: Към съвременните алуминиеви сплави се предявяват редица изисквания: физико-механични показатели, възможност за работа в експериментални условия (високи и ниски температури, цикличност на натоварването, облъчване в широк диапазон с различни видове лъчение). Вино за цяло изследването на такъв вид материал е целесъобразно да се извърши в условията на открития космос. При подготовката на един такъв експеримент се налагат редица специфични изисквания: формиране на маса, възможности за боравене от оператор-космонавт и т.н.).*

*На тези въпроси е даден отговор в дадения доклад по експеримент “ОБСТАНОВКА”.*

Г8.4 Miteva Adelina, Anna Bouzekova-Penkova (2009) Practical Applications of Some Nanostructures in Advanced Mechanical Engineering Technologies, International scientific conference AMTECH 2009, Journal “Fundamental sciences and applications”, 12-13 November 2009, Plovdiv, Bulgaria, vol.15, pp.221-226; ISSN 1310 – 8271;

©Journal of Fundamental Sciences and Applications, Vol. 15, 2009  
International Conference on Advanced Manufacturing Technologies

**AMTECH** '09  
PLOVDIV

## Practical Applications of Some Nanostructures in Advanced Mechanical Engineering Technologies

Adelina Miteva, Anna Bouzekova-Penkova

**Abstract.** The purpose of this review is to introduce briefly the semiconductor nanostructures, namely quantum dots, quantum wires, quantum wells and superlattices. We show some of the numerous practical applications of these nanostructures in advanced mechanical engineering technologies.

**Key words:** nanotechnology, semiconductor nanostructures, quantum wells.

Г8.5 Бузекова-Пенкова Анна (2010) Относно свойствата на някои наноструктури в присъствието на постоянно електрично поле, Международна научна конференция



65 години машинно-технологичен факултет, 13 – 16 Септември, Созопол, България, Технически университет – гр. София, стр.300-306; ISBN: 978-954-438-854-6;



## ABOUT THE PROPERTIES OF SOME NANOSTRUCTURES WITH UNIFORM ELECTRIC FIELD PRESENCE

Anna BOUZEKOVA-PENKOVA

**Abstract:** *Electron and hole states in semiconductor nanostructures (graded composition quantum wells) exposed to electric field perpendicular to the layers have been calculated as well as the energies of the main optical transitions without and with applying a constant electric field. The quantum wells under study are of linear graded composition profile structures. The aim of this study is the comparison of these quantum wells in the presence of an electric field. A comparison with the experimental data available for these quantum wells has been made. The abstract should be in 10pt Arial, Italic, Justified – not more than 6 lines long, summarising the work and placing it in an appropriate context.*

**Key Words:** *semiconductor nanostructures, linear quantum wells, constant electric field, quantum confined Stark effect, electronic structure*

Г8.6 Бузекова – Пенкова А. Д. (2014) Изследвания на механичните свойства на дисперсноуякчена алуминиева сплав, предназначена за открития космос, Девета научна конференция с международно участие “Космос, екология, сигурност”, SES 2013, 20-22 Ноември 2013г., София, България, том 9, стр.492 – 496; ISSN 1313 – 3888

S E S 2 0 1 3  
Ninth Scientific Conference with International Participation  
SPACE, ECOLOGY, SAFETY  
20 – 22 November 2013, Sofia, Bulgaria

## ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ, ПРЕДНАЗНАЧЕНА ЗА ОТКРИТИЯ КОСМОС

Анна Бузекова – Пенкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg*

**Ключови думи:** *алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах*

**Резюме:** *Композиционните материали са материалите на бъдещето. Изискванията към тях за космически приложения стават все по-големи и са предмет на разработки от различни международни научно-изследователски екипи. Това доведе до създаването на нов материал в нашето направление. Това е материал на алуминиева основа, количествена прибавка на ултрадисперсен диамантен прах ЛУДДП/ и волфрам W/ . Изследването на този материал в условията на открития космос се предхожда от предварителни изследвания, като част от механичните изследвания представяме тук.*



**Г8.7 Бузекова – Пенкова А., Ст. Атанасова – Владимирова (2014) Картиране по елементен състав на дисперсноуякчена алуминиева сплав, Девета научна конференция с международно участие “Космос, екология, сигурност”, SES 2013, 20-22 Ноември 2013г., София, България, том 9, стр.138 – 143; ISSN 1313 – 3888;**

**S E S 2 0 1 3**  
*Ninth Scientific Conference with International Participation*  
**SPACE, ECOLOGY, SAFETY**  
20 – 22 November 2013, Sofia, Bulgaria

---

### **КАРТИРАНЕ ПО ЕЛЕМЕНТЕН СЪСТАВ НА ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ**

**Анна Бузекова – Пенкова<sup>1</sup>, Стела Атанасова – Владимирова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

<sup>2</sup>Институт по Физикохимия – Българска академия на науките  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg; statanasova@ipc.bas.bg

*Ключови думи:* алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах

*Резюме:* Извършено е картиране на нов композиционен материал на базата на алуминий, уякчен с диамантен прах и волфрам. Използвани са различни методи за определяне на основния и примесния състав и структурата, при окачествяване на области с нанометрови размери. Материалът представлява значителен интерес за използването му в космическата техника и в частност за космическото приборостроене. Ето защо експерименталната проверка на качествата на този материал в условията на открития космос, се предхожда от предварителни изследвания, а последващите резултати ще са от значение за определяне влиянието на различните компоненти на работната среда върху композита. Идеияният проект се реализира в сътрудничество с водеща космическа държава – Руския модул на Международната Космическа Станция (МКС), в което разделение, колективът участва активно с блок ДП1-ПМ, като част от експеримента ОБСТАНОВКА.

**Г8.8 Нейчев Сл., Климов Ст. Анев А., Барух Н., Белякова Л., Беликова А., Бонева А., Бузекова А., Бъчваров Д., Галев Г., Грушин В., Захарина М., Иванов И., Лапшина О., Недков Р., Ников Д., Мчгих В., Граматиков П., Осипов В., Станев Г., Теодосиев Д., Тодорова Л. (2014) Прибор за измерване на потенциала на корпуса на МКС: апаратура и първи резултати, Девета научна конференция с международно участие “Космос, екология, сигурност”, SES 2013, 20-22 Ноември 2013г., София, България, том 9, стр. 15-23, ISSN 13133888**

**S E S 2 0 1 3**  
*Ninth Scientific Conference with International Participation*  
**SPACE, ECOLOGY, SAFETY**  
20 – 22 November 2013, Sofia, Bulgaria

---

### **ПРИБОР ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ПОТЕНЦИАЛА НА КОРПУСА НА МКС: АПАРАТУРА И ПЪРВИ РЕЗУЛТАТИ**

**Славейко Нейчев<sup>1</sup>, Станислав Климов<sup>2</sup>, Ангел Анев<sup>3</sup>, Несим Барух<sup>4</sup>, Людмила Белякова<sup>2</sup>, Алла Беликова<sup>2</sup>, Ани Бонева<sup>5</sup>, Анна Бузекова<sup>1</sup>, Дичко Бъчваров<sup>5</sup>, Георги Галев<sup>1</sup>, Валерий Грушин<sup>2</sup>, Мариана Захарина<sup>1</sup>, Иван Иванов<sup>1</sup>, Олга Лапшина<sup>6</sup>, Румен Недков<sup>1</sup>, Денис Новиков<sup>2</sup>, Валентин Мягих<sup>2</sup>, Павлин Граматиков<sup>1</sup>, Владимир Осипов<sup>6</sup>, Георги Станев<sup>1</sup>, Димитър Теодосиев<sup>1</sup>, Людмила Тодориева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ИКИТ-БАН, България

<sup>2</sup>ИКИ-РАН, Русия

<sup>3</sup>ОРТ, България

<sup>4</sup>ЕПЛ-Сливен, България

<sup>5</sup>ИКИТ-БАН, България

<sup>6</sup>РКК ЕНЕРГИЯ, Русия

*Ключови думи:* Международната космическа станция, свръхголеми космически изкуствени обекти, датчик на потенциала (ДП1 и ДП2), слънчева и геомагнитна активност

*Резюме:* Обстановката в близост до свръхголеми космически изкуствени обекти, каквато е Международната космическа станция, е все още недостатъчно изучен. За комплексното ѝ изследване е предназначен експериментът ОБСТАНОВКА (Първи етап), който е монтиран на повърхността на ЗАРЯ (руския сегмент на МКС). Приборът ДП е предназначен за изследване на зареждането на Руския сегмент на МКС. Два идентични прибора (ДП1 и ДП2) са част от приборния състав на блоковете Плазменоеълнов комплекс 1, 2 (ПВК1 и ПВК2). Предвидено е да бъде изследвана динамиката на потенциала в зависимост от слънчевата и геомагнитната активност, дейността на космонавтите, особено по време на работата им на повърхността на станцията, корекциите на орбитата на МКС и скачването и разкачването на космическите кораби с МКС.

**Г8.9 Bouzekova – Penkova, A. Miteva (2014) On the strengthening of Aluminium and Aluminium alloys, Proceedings of the fourth national conference with international participation “Material science, hydro- and aerodynamics and national security’2014”, 23-24 October 2014, Sofia, Publisher: IMETHC-BAS, pp.152-156; ISSN 1313 – 8308;**

#### **ON THE STRENGTHENING OF ALUMINIUM AND ALUMINIUM ALLOYS**

**Anna Bouzekova-Penkova, Adelina Miteva**

Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences,  
Acad. Georgy Bonchev Str., bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg; ad.miteva@gmail.com

**Abstract:** Nowadays nanostructured metals, alloys and composites are the subject of great interest. This is mainly due to their actual and potential applications in various fields of industry and everyday life. In this paper we review the main existing reinforcements responsible for strengthening of aluminium and aluminium alloys. A comparison of the obtained results with the available in the literature data is presented. Possible future extensions of this study are considered.

**Keywords:** *aluminium (Al) alloys, crystal structure defects, silicon carbide (SiC), nanodiamonds(ND), metal matrix composites*

**Г8.10. Bouzekova – Penkova A., L. Markov, Julian Karadjov (2014) Application of detonation synthesized deaggregated nanodiamonds in high strength Aluminium alloy, Proceedings of the fourth national conference with international participation “Material science, hydro- and aerodynamics and national security’2014”, 23-24 October 2014, Sofia, Publisher: IMETHC-BAS, pp.157-161; ISSN 1313 – 8308;**

#### **APPLICATION OF DETONATION SYNTHESIZED DEAGGREGATED NANODIAMONDS IN HIGH STRENGTH ALUMINIUM ALLOY**

**Anna Buzekova-Penkova, Lyudmil Markov, Julian Karadjov**

Space Research and Technologies Institute (SRTI) - BAS  
Sofia, Acad. Gueorgui Bonchev str., bl. 1, tel. +358 2 988 35 03,  
email: a\_bouzekova@abv.bg;

**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.

**Keywords:** *nanodiamond (ND), aluminium alloy*

**Резюме:** В представената работа е описан метода на синтез на нанодиамант от свободния въглерод на взривните вещества в процеса на взрива. Приложението на наноразмерен диамант (НД) при внедряването му във високояка алуминиева сплав. Представени са резултати от AFM анализ на алуминиева сплав, след въвеждане на наноразмерен диамант.

**Ключови думи:** *нанодиамант (НД), Алуминиева сплав*

**Г8.11 Бузекова – Пенкова А., Л. Марков (2014) Взривно синтезиран наноразмерен диамант, приложен във високояка алуминиева сплав за целите на космическия експеримент ”Обстановка”, проведен на международната космическа станция, Десета юбилейна научна конференция с международно участие, „Космос, екология, сигурност” SES 2014 София, 12–14 ноември 2014 г., том 10, стр.501 – 506; ISSN 1313 – 3888;**

**ВЗРИВНО СИНТЕЗИРАН НАНОРАЗМЕРЕН ДИАМАНТ, ПРИЛОЖЕН  
ВЪВ ВИСОКОЯКА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ ЗА ЦЕЛИТЕ НА КОСМИЧЕСКИЯ  
ЕКСПЕРИМЕНТ „ОБСТАНОВКА“, ПРОВЕДЕН НА МЕЖДУНАРОДНАТА  
КОСМИЧЕСКА СТАНЦИЯ**

**Людмил Марков, Анна Бузекова - Пенкова**

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките*  
*e-mail: lmarkov@space.bas.bg; a\_bouzekova@abv.bg*

*Ключови думи: нанодиамант (НД), взривен синтез, алуминиева сплав*

*Резюме: В представената работа е описан метод на синтез на нанодиамант (НД) от свободния въглерод на взривни вещества в процеса на взрива. Приложението на наноразмерен диамант (НД) при внедряването му във високояка алуминиева сплав, която е част от експеримент „Обстановка“ от програмата на международната космическа станция.*

**Г8.12. Бузекова – Пенкова А., Людмил Марков, Петър Цветков (2016) Фазов състав на наномодифициран композит В95, Единадесета научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност” SES 2015, том 11, стр.403-406; ISSN 1313 – 3888;**

**ФАЗОВ СЪСТАВ НА НАНОМОДИФИЦИРАН КОМПОЗИТ В95**

**Анна Бузекова – Пенкова<sup>1</sup>, Людмил Марков<sup>1</sup>, Петър Цветков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
*e-mail: a\_bouzekova@space.bas.bg; lmarkov@space.bas.bg*

<sup>2</sup>Институт по обща и неорганична химия – Българска академия на науките  
*e-mail: p-tzvetkov@gmx.net*

*Ключови думи: алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах*

*Резюме: В представената работа е използван прахово рентгенов дифракционен метод за определяне на кристалната структура и микроструктурните особености на кристалните фази в изследвания образец - композит В95.*

**Г8.13. Miteva Adelina, Anna Bouzekova – Penkova, Temenujka Kuppenova (2016) A Tight-Binding Study of the Quantum Confined Stark Effect in Some Triangular Quantum Wells, Eleventh Scientific Conference with International Participation SES 2015, том 11, стр.371–375; ISSN 1313 – 3888;**

## A TIGHT-BINDING STUDY OF THE QUANTUM CONFINED STARK EFFECT IN SOME TRIANGULAR QUANTUM WELLS

Adelina Miteva<sup>1</sup>, Anna Bouzekova–Penkova<sup>1</sup>, Temenujka Kupenova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

<sup>2</sup>Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: ad.miteva@gmail.com; a\_bouzekova@abv.bg; kupenova@inrne.bas.bg

**Keywords:** Semiconductor quantum wells, quantum confined Stark effect, tight binding method, AlGaAs, electronic states, electric field, graded-gap quantum wells

**Abstract:** In this paper are calculated electronic and hole states in semiconductor quantum wells with variable chemical composition (graded-gap quantum wells), namely triangular quantum wells, with and without the application of a longitudinal constant electric field. The energies of the main optical transitions and their spatial distributions are calculated with and without the application of electric field. The aim of this work is the comparison of these quantum wells (that are the same width but with different inclinations of the linear concentration profile) in the presence of an electric field. A comparison with the available experimental data for these quantum wells has been made.

**Г8.14 Бузекова – Пенкова А., Ю. Караджов, Я. Естатиева, Д. Николова, В. Савов (2017) Изследване на микробната обсемененост на различни проби изложени за 30 месеца в открития космос, Дванадесета научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност” SES 2016, том 12, стр.404-409; ISSN 1313 – 3888;**

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОБНАТА ОБСЕМЕНЕНОСТ НА ПРОБИ ИЗЛОЖЕНИ ЗА 30 МЕСЕЦА В ОТКРИТИЯ КОСМОС

Анна Бузекова-Пенкова<sup>1</sup>, Юлиан Караджов<sup>1</sup>,  
Яна Евстатиева<sup>2</sup>, Диляна Николова<sup>2</sup>, Валентин Савов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

<sup>2</sup>Катедра Биотехнология, Биологически факултет, СУ "Св. Климент Охридски"  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg, doctorka@abv.bg

Ключови думи: алуминиеви сплави, нанодиамант, микробна обсемененост

Резюме: В рамките на експеримент "ОБСТАНОВКА", проби от различни материали са изложени в подължение на 30 месеца от въздушната страна на МКС. Тук, ние докладваме предварителни данни за микробното замърсяване на тези образци.

**Г8.15 Караджов Юлиан, Людмил Марков, Анна Бузекова-Пенкова (2017) Изпитване на противотрифриционните свойства на смазочно масло с добавка от нанодиамант, стабилизирани със сърфактант, Тринадесета научна конференция с международно участие „Космос, екология, сигурност” SES 2017, София, 2–4 Ноември 2017 г., стр.338-340; ISSN 1313 – 3888;**

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОБНАТА ОБСЕМЕНЕНОСТ НА ПРОБИ ИЗЛОЖЕНИ ЗА 30 МЕСЕЦА В ОТКРИТИЯ КОСМОС

Анна Бузекова-Пенкова<sup>1</sup>, Юлиан Караджов<sup>1</sup>,  
Яна Евстатиева<sup>2</sup>, Дилияна Николова<sup>2</sup>, Валентин Савов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
<sup>2</sup>Катедра Биотехнология, Биологически факултет, СУ "Св. Климент Охридски"  
e-mail: a\_bouzekova@abv.bg, doctorka@abv.bg

Ключови думи: алуминиеви сплави, нанодиамант, микробна обсемененост

Резюме: В рамките на експеримент "ОБСТАНОВКА", проби от различни материали са изложени в подължение на 30 месеца от външната страна на МКС. Тук, ние докладваме предварителни данни за микробното замърсяване на тези образци.

**Г8.16 Димитър Теодосиев, Анна Бузекова – Пенкова, Владимир Петков, Петър Цветков, Румен Недков, Бойко Цинцарски, Георги Станев (2020) Нови материали и технологии за спътникови системи, космически изследвания и наземни приложения, XXX Юбилеен международен симпозиум съвременни технологии, образование и професионална практика в геодезията и свързаните с нея области; CD - ISSN 2367-6051;**

XXX МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ  
"СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В  
ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ"  
София, 04 – 06 ноември 2020 г.

XXX INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN  
GEODESY AND RELATED FIELDS  
Sofia, 04 – 06 November 2020

## **НОВИ МАТЕРИАЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА СПЪТНИКОВИ СИСТЕМИ, КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И НАЗЕМНИ ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Димитър Теодосиев, Анна Бузекова-Пенкова, Владимир Петков,  
Петър Цветков, Румен Недков, Бойко Цинцарски, Георги Станев (BG)**

### **РЕЗЮМЕ**

Описана е технологията за импрегниране и покриване на порьозни огнеупорни материали със стъкловъглерод и нейното приложение в космически спътникови експерименти, за измерване на квазипостоянни и променливи електрични полета, осъществени на борда на осем спътника и на Международната Космическа Станция (МКС). Представени и анализирани са предимствата на стъкловъглеродното покритие, върху работната повърхност на сферичните сензори, за осигуряване на минимални вариации на функцията на отделителната работа за електрона. Разгледан е и технологичния експеримент на борда на МКС, реализиран с прибора ДП-ПМ, монтиран на външната страна на руския модул, в периода Април 2013 – Август 2015 г., в който са монтирани образци от алуминиева сплав и графитни образци, покрити със стъкловъглерод, за изследване влиянието на открития космос, върху физико-химичните свойства на стъкло-въглеродни покрития, след продължителен престой на МКС. Анализирани са резултати и възможности за различни наземни приложения, в медицината, екологията, металургията, машиностроенето, химическата промишленост и др.

**КЛЮЧОВИ ДУМИ: СПЪТНИКОВИ СИСТЕМИ, КОСМИЧЕСКИ ЕКСПЕРИМЕНТИ,  
ДС/АС ЕЛЕКТРИЧНИ ПОЛЕТА, СЪТКЛОВЪГЛЕРОД**



Г8.17 Бузекова-Пенкова Анна (2022) Аерокосмически приложения на алуминиевите сплави, сборник от доклади от Годишна университетска научна конференция 2022 на НВУ „Васил Левски, 30 - 1 Юли 2022 г., Велико Търново, България, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”, научно направление „Технически науки“ стр.1207 – 1217; ISSN 2367-7481;

## **АЕРОКОСМИЧЕСКИ ПРИЛОЖЕНИЯ НА АЛУМИНИЕВИТЕ СПЛАВИ**

**Анна Бузекова-Пенкова**

### **AEROSPACE APPLICATIONS OF ALUMINIUM ALLOYS**

**Anna Bouzekova-Penkova**

*Резюме: В аерокосмическата индустрия алуминият и алуминиевите сплави са лидери. Намират широко приложение, поради уникалната комбинация от лекота, здравина, пластичност, устойчивост на механични натоварвания и корозия. Това се дължи на способността на алуминиевите сплави да постигат уникална комбинация от свойства, чрез легиране и термична обработка, адаптирани към конкретни приложения. Този доклад предоставя кратък преглед на видовете алуминиеви сплави използвани в самолетостроенето и аерокосмическата индустрия.*

*Ключови думи: Алуминий, Алуминиеви сплави, Аерокосмически приложения на алуминиеви сплави*

Г8.18 Бузекова-Пенкова Анна (2022) Безопасност в аерокосмическата област, сборник от доклади от Годишна университетска научна конференция 2022 на НВУ „Васил Левски, проведена от 30 юни до 1 юли 2022 г. в гр. Велико Търново, Издателски комплекс на НВУ „Васил Левски”; научно направление „Технически науки”, стр. 1219-1227; ISSN 2367-7481;

## **БЕЗОПАСНОСТ В АЕРОКОСМИЧЕСКАТА ОБЛАСТ**

**Анна Бузекова-Пенкова**

### **SAFETY IN THE AEROSPACE AREA**

**Anna Bouzekova-Penkova**

*Резюме: Безопасността е най-важният аспект във всички области на техниката. Особено в аерокосмическата област безопасността на техниката е от решаващо значение, тъй като пряко засяга живота на хората. Съвременното системно инженерство става все по -сложно и често включва множество компоненти, безброй софтуерни линии, глобално разгърнати екипи за разработка и сложни операционни среди. В резултат на това става все по -трудно да се защитят тези сложни системи. Тук са представени някои аспекти на безопасността на системите в аерокосмическата техника.*

*Ключови думи: безопасност, аерокосмическа техника, надеждност и безопасност в инженерното проектиране*



Г8.19 Бузекова-Пенкова Анна (2022) Приложение на алуминиевите сплави в транспорта, научно списание „Механика, транспорт, комуникации“, бр.3, ISSN 1312-3823 (print); ISSN 2367-6620 (online);

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА АЛУМИНИЕВИТЕ СПЛАВИ В ТРАНСПОРТА

*Анна Бузекова-Пенкова*  
e-mail: [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg)

*Институт за космически изследвания и технологии,  
Българска Академия на Науките  
София 1113, ул. “Акад. Георги Бончев”, блок 1,  
БЪЛГАРИЯ*

*Ключови думи:* алуминий, алуминиеви сплави, транспорт

*Резюме:* Алуминия и алуминиевите сплави са лидери в транспортната индустрия. Намират широко приложение в автомобилостроенето и са ключов елемент в авиационното строителство, поради добрите си характеристики лекота, здравина, пластичност, устойчивост на механични натоварвания и корозия. Способността на алуминиевите сплави да постигат уникална комбинация от свойства, чрез легиране и термична обработка ги прави адаптивни към конкретни приложения. Този доклад предоставя кратък преглед на видовете алуминиеви сплави използвани в транспортната индустрия.

Г8.20 Bouzekova – Penkova A., A. Miteva (2014) Aluminium-based functionally graded materials, Proceedings of the fourth national conference with international participation “Material science, hydro- and aerodynamics and national security’2014”, 23-24 October 2014, Sofia, Publisher: IMETHC-BAS, pp.145-151, ISSN 1313-8308;

## ALUMINIUM-BASED FUNCTIONALLY GRADED MATERIALS

*Anna Bouzekova-Penkova, Adelina Miteva*  
Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences,  
Acad. Georgy Bonchev Str., bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria  
e-mail: [a\\_bouzekova@abv.bg](mailto:a_bouzekova@abv.bg); [ad.miteva@gmail.com](mailto:ad.miteva@gmail.com)

**Abstract:** This paper is motivated by the present tremendous interest in the functionally graded materials (FGMs). The overall properties of FGMs are unique and different from any of the individual materials that form it. One unique characteristic of FGMs is the ability to tailor the materials for specific applications. There is a wide range of applications of FGMs. Here we present a brief overview on the most distinguished properties and applications of the FGMs. Planned future works in the area of FGMs include deeper study of the matter and consequently looking for new aluminium-based FGMs for potential space and other applications.

**Keywords:** *functionally graded materials (FGMs), properties of FGMs, applications of FGMs, aluminium-based (Al-based) FGMs.*

Г8.21 Анна Бузекова - Пенкова, Румен Недков, Георги Станев, Станислав Климов, Валерий Грушин, Юлиян Караджов, Димитър Теодосиев (2017) Технологичен експеримент „Обстановка“ на борда на Международната космическа станция, Списание на БАН 5/2017, научен раздел, стр.22-26; ISSN 0007-3989;

Анна Бузекова-Пенкова, Румен Недков,  
Георги Станев, Станислав Климов, Валерий Грушин,  
Юлиан Караджов, Димитър Теодосиев

**ТЕХНОЛОГИЧЕН ЕКСПЕРИМЕНТ „ОБСТАНОВКА“ НА БОРДА  
НА МЕЖДУНАРОДНАТА КОСМИЧЕСКА СТАНЦИЯ**

Подходът при разработването на нови материали, отговарящи на високите изисквания за работа в условията на открития космос, предполага провеждането на предварителни моделни симулации. Те дават евентуалните промени в качествата на материалите, след продължително пребиваване в такава среда. За придобиване на пълни и реални данни за ефектите от един продължителен престой на материали, използвани за целите на космическата техника, е задължително и реализирането на специални технологични експерименти [1] на борда на междупланетни станции, или спътници, осигуряващи възможности за връщане

-120° +150° С), интензивно радиационно облъчване, бомбандиране с микрометеорити, висок вакуум и други.

Разработката и изработката на блок ДП-ПМ са съобразени със специфичните изисквания при реализация на експерименти в космоса: маса, габарити, външен вид, способ за закрепване върху външната страна на корпуса на модула. Допустимите габарити на блок ДП-ПМ са до 200 x 100 x 20 mm, а за маса 300 g включително с пробите, разположени в него. Пробите са целта на нашия експеримент, а блокът е мястото, в което експерименталните проби са фиксирани неподвижно.

**Г8.22 Anna Bouzekova-Penkova, Maria Datcheva, Roumen Iankov, Mechanical properties of the enhanced with nanodiamond and tungsten strengthened aluminium alloy being exposed in the Outer space, International Journal “NDT Days”, Volume II / Issue 4, pp.396-401, ISSN: 2603-4018, DOI: 10.5281/zenodo.3548122, (2019).**



Bulgarian Society for NDT  
International Journal “NDT Days”  
Volume II, Issue 4, Year 2019

ISSN: 2603-4018  
eISSN: 2603-4646

**Mechanical Properties of the Enhanced with Nanodiamond and Tungsten Strengthened Aluminium Alloy Being Exposed in the Outer Space**

Anna BOUZEKOVA-PENKOVA<sup>1</sup>, Maria DATCHEVA<sup>2</sup>, Roumen IANKOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria,  
e-mail: [a\\_bouzekova@space.bas.bg](mailto:a_bouzekova@space.bas.bg)

<sup>2</sup> Institute of Mechanics, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria,  
e-mails: [datcheva@imbm.bas.bg](mailto:datcheva@imbm.bas.bg), [iankovr@yahoo.com](mailto:iankovr@yahoo.com)

**Abstract**

In the present work, a series of nanoindentation tests were conducted on two samples of the same material (nanodiamond enhanced tungsten strengthened aluminum alloy) stored for two years and four months under different conditions. One of the samples was stored in ambient terrestrial conditions and the other sample was mounted on the outside of the International Space Station for a period over two years. In the Outer space the specimen has been exposed to radiation and two-hours cyclic temperature variation in the range of ~ 300° C. The purpose of the nanoindentation experiments is to determine two basic mechanical characteristics - indentation hardness ( $H_{IT}$ ) and indentation modulus ( $E_{IT}$ ) and this way to reveal the influence of the Outer space environment on the mechanical characteristics of the investigated nanodiamond enhanced tungsten strengthened aluminum alloy.

**Keywords:** aluminum alloy (7075), gamma-radiation, indentation hardness and indentation modulus, nanodiamond