

## The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part II

### Authors:

**Leonid A. Ivanov,**

Vice President, the International Academy of Engineering, Moscow, Russian Federation,  
L.a.ivanov@mail.ru;

**Aleksey V. Demenev,**

Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Higher School of Service, Russian State University of Tourism and Service;  
Cherkizovo, Moscow region, Russia, saprmgus@mail.ru;

**Svetlana R. Muminova,**

Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Russian State University of Tourism and Service;  
Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, it.rguts@mail.ru

**Abstract:** A brief review of patents is given. The research performed by scientists, engineers and specialists in the area of nanotechnologies and nanomaterials result in increased efficiency of construction, housing sector and adjacent fields of economy. For example, invention «Elastic conductive film on the basis of silver nanoparticles», according to experts, is of great interest for science and industry. This new type of electronics potentially can be applied in many fields, such as elastic sensor skin for robot devices, portable electronics for functional clothes, elastic sensors and flexible electronic displays. Elasticity of materials is highly needed in electronic devices that contact the human body or curved surfaces. Elastic conductive film contains many annealed nanoparticles of conductive metal, in particular silver, applied on substrate. Adhesion of silver film is of great quality: when abrasion test was finished, there were no defects or there were slight defects.

The specialists can also be interested in the following inventions in the area of nanotechnologies: a method to introduce single-wall and/or two-wall and/or multi-wall carbon nanotubes in composition of adhesive additives for asphalt coating and application of single-wall and/or two-wall and/or multi-wall carbon nanotubes in composition of adhesive additives; welding wire with nanocomposite coating for welding of high-tensile steel; A method to produce nanocomposite material based on aluminium; sewage treatment system with nanomodified natural sorbents et al.

**Keywords:** silver nanoparticles, nanotechnologies in construction, carbon nanotubes, nanocomposite material, nanostructured coating, nano- and microparticles, nanocrystal coating.

**For citation:** Ivanov L.A., Demenev A.V., Muminova S.R. The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part II. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 2, pp. 175–185. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-2-175-185.

### Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part II. </span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 2, pp. 175–185. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-2-175-185." property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Ivanov L.A., Demenev A.V., Muminova S.R. </a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a><br />Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-2-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-2-2019/</a><br />Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="L.a.ivanov@mail.ru" rel="cc:morePermissions">L.a.ivanov@mail.ru</a>.
```

**The paper has been received by editors: 02. 02.2019.**

**The paper has been received by editors after peer-review: 27.02.2019.**

**The paper has been accepted for publication: 12.03.2019.**



## INTRODUCTION

The practical application of the results achieved by scientists, engineers and specialists can become efficient tool to increase number of import-substituting goods and to rise labor productivity. An invention is known to be a new, with distinctive characteristics technical solution with proved efficiency (new technologies, structures or new substances). The paper reviews the essence, technical result and practical value of some inventions concerning nanotechnologies.

## MAIN PART

### **A method to produce nanosize fibers in the form of branched bundles of high-melting metal (RU 2678859 C1)**

The technical result of the given method is production of branched nanofiber bundles made of wolframite and molybdenum in which the thickness of fiber is 25–200 nm and the total length of the bundle is about 20  $\mu\text{m}$ . The production is based on the method of self-spreading high-temperature synthesis. All this results to decreased energy consumption and facilitated process [1].

The invention can be used to manufacture thin fibers of wolframite and molybdenum employed in high-temperature instruments, electronic devices and detectors, magnetic recording systems, nanomechanics, magnetic electronic systems, vacuum electronics and material science as emitters of electrons, for electrodes, solar cell batteries, as electrodes sensitive to pH, as gas sensors, as cantilever for scanning tunnel microscopy, as an element for composite materials, as electrode materials, as cathode of field emission, for production of nanoelectromechanical elements, in high-temperature nanotechnology as a source of polarized infrared light. Certain practical tasks require nanosize wires, mostly made of metals. Metals are efficient due to high electrical conduction, high thermal conductivity, mechanical and magnetic properties.

### **Elastic conductive film on the basis of silver nanoparticles (RU 2678048 C2)**

Elastic electronics is of great interest for science and industry. This new type of electronics can be potentially applied in many fields, such as elastic sensor skin in robotics, portable electronics for functional clothes, elastic detectors and flexible electronic displays [2]. Elasticity of materials is highly needed in electronic devices that contact the human body or curved surfaces. However standard electronic devices are usually made of hard materials unable to strain, bend or twist.

Elastic conductive film contains many annealed nanoparticles of conductive metal, in particular silver, applied on substrate. Conductive film is produced by dis-

persing many particles of conductive metal, in particular silver, with organoamine in mixed organic solvent that contains hexadecane with production of ink composition with nanoparticles of conductive metal and application of the layer of the given composition on the surface of elastic substrate, with dissolution at least some part of the substrate and annealing of this layer. Elastic substrate is polyurethane modified with complex polyether. The technical result is elastic conductive film characterized by the first conductivity related to the shape of conductive film in annealed state and the second conductivity when the film is strained at least in one direction respect to the shape in annealed state, at that the second conductivity is more than the first one. Adhesion of silver film is of great quality: when abrasion test was finished, there were no defects or there were slight defects.

### **A method to produce sintered hard alloy (RU 2679026 C1)**

Invention refers to powder metallurgy, in particular to sintered hard alloys and can be applied in production of tools for metalworking by cutting and pressure as well as in production of tools exposed to abrasive wear [3]. The invention is aimed at increasing physical, mechanical and operational characteristics of hard alloy due to increased homogeneity of microstructure, prevention of intensive recrystallizing of carbide grain and decreased  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles conglomeration.

The method to produce sintered hard alloy materials based on wolfram carbide consists of the following stages: preparation of furnace charge that contains powder of wolfram carbide, cobalt and nanopowder additive, pressing and agglomerating of it. Aluminum powder is used as nanopowder additive. Furnace charge is prepared by mixing the additive in ethanol by means of ultra-sound dispersion and introduction of wolfram carbide and cobalt powders into obtained suspension. Agglomerating of prepared furnace charge is performed in 2 stages. During the first stage agglomerating is run under the temperature 550°C, this is when aluminum oxide disperse-hardening particles of aluminum nanoparticles are formed. At the second stage sintering is performed under the temperature 1370°C with final agglomerating. Disperse inclusions of nanosize aluminum oxide  $\text{Al}_2\text{O}_3$  prevent intensive recrystallizing of wolfram carbide grains and provides formation and conservation of fragmentarily nanostructured hard-alloy composite material, increased structure homogeneity and a set of composite strength characteristics.

### **Detonation nanodiamond surface functionalization method (RU 2676975 C2)**

Detonation nanodiamond (DND) that are synthesized from explosives in large-scale are becoming more

and more applicable. Due to small size of DND crystals (4–6 nm) and high specific surface of nanodiamond material chemical composition of surface greatly affects on DND behavior in different technological processes. That imposes the task to provide chemical direct modification of DND surface (chemical inoculating of functional surface groups). Flouration of carbon materials including diamond materials is known to be the most efficient method to modify and control their physical and chemical properties. Flouration of diamond nanopowder surface leads to improved tribological characteristics, increased stability of DND liquid suspensions [4].

The technical task of the invention is to create a method to functionalize surface of detonation nanodiamonds by means of flourating that eliminates necessity to use radiation treatment and increases homogeneity degree of DND surface functionalization. The mentioned scopes are achieved with thermo-chemical treatment of DND powder in homogenous mixture with PTFE powder under temperature 420–500°C till full degrading of PTFE as well as use of mixture in which nanodiamond powder is 20–35 mass%. Thermo-chemical treatment is regarded in this technical solution as heating DND powder in presence of initial products (radicals) of PTFE thermal degrading.

#### **A composition for metal articles bonding (RU 2678063 C1)**

Invention can be used in mechanical engineering and equipment repair works. A composition for metal articles bonding contains elements in the following ratio, weight mass: anaerobic sealant AH-111 – 98,3–99,1; filler: aluminum nanopowder 70 – 0,7–1,3, copper nanopowder 70 – 0,2–0,4. That reduces time of bond hardening, increases bond durability under cycle loading. Anaerobic sealants are multi-component liquid compositions that are able to keep the properties for a long time and harden fast without contacting air oxygen. Anaerobic sealants are based on polymerization compounds of acrylic family, often dimethacryl ether polyalkyleneglycol which are characterized by high rate of transformation into three-dimensional bonded polymers. Composition of anaerobic sealants also consists of inhibiting and detonating systems that provides long-term storage of sealants and fast hardening in articles, different gelling materials, modifiers, colourants and other types of additives [5].

#### **An electrochemical method to produce chemoresistor based on nanostructures of cobalt oxide (RU 2677093 C1)**

An invention refers to sensor engineering and nanotechnologies, in particular to development of gas sensors of chemoresistant type used in gas detecting [6]. The method of production of chemoresistor on the basis of cobalt oxide nanostructures is performed in the following

way: in the container equipped with reference electrode and auxiliary electrode filled with electrolytic solution that contains nitrate-anions and cations of cobalt, cobalt oxide nanostructures are precipitated on dielectric platform with strip electrodes which role is work electrode by applying constant electric potential from –0,5 V to –1,1 V to work electrode relatively reference electrode for 0,5–5 min and under the temperature of electrolytic solution in the range 20–80°C. After that the platform with precipitated layer of cobalt oxide nanostructures is flushed out with distilled water and dried under room temperature. The invention makes it possible to create chemoresistor on the basis of cobalt oxide nanostructure with electrochemical method with low cost in one-stage technological process.

#### **A method to produce 2d crystals of silicone carbide with electro-impulse method (RU 2678033 C1)**

A method refers to nanotechnologies and can be used for production of nanocomposite materials for nanoelectronics to create power sources operating under extremal conditions. The unique properties of nanomaterials depend on their dimension. Earlier 2D structures were out of interest as they were considered impossible but after graphene has been created 2D structures occupied important position among materials and are studied around the world. Soon after graphene was obtained by mechanical layering, the methods based on vapor deposition and thermal decomposition were proposed to produce it [7].

The scope of the given invention was to elaborate the method aimed at formation of isolated silicon carbide 2D crystal on the basis of oriented destruction of SiC by solder planes. The given method is based on oriented layering. The transfer from macrotechnology to micro- and nanotechnology has been performed in this method.

The technical result is isolated 2D monocrystals of silicon carbide with thickness 10–50 nm. The technical result is achieved due to the following steps: high impulse voltage is supplied to electrode from monocrystal silicon carbide, at this monocrystal is destroyed with formation of 2D structures that precipitate on receiver surface. Exfoliation of crystal along solder plane is performed under impulse electric field of high voltage (more than 106 v/cm) with impulses which duration is 10–20 μs and on-off time is 3–20. Exfoliation of silicon carbide from monocrystal surface runs under normal conditions (298°K, 105Pa) at the air, therefore closed reactor is not needed.

#### **A method to produce nanoporous polymers (RU 2676765 C1)**

A method refers to a method to produce nanoporous polymers with open pores that can be used in production of porous polymer articles such as films, filters,



membranes and other gas-permeable materials [8]. The method consists of the following stages: uniaxial or biaxial polymer article drawing in physically active liquid environment that provides wetting of article surface and formation of porous structure with further thermofixation of the article in physically active liquid environment. The environment is removed after thermofixation when the article is kept strained. Produced nanoporous polymers on the basis of amorphous glass-like or crystal polymers are characterized by volume porosity and vapor-permeability.

The method can be performed at any known industrial facilities for oriented drawing of polymers articles, equipped with tools that provide contact of article surface with physically active environment, for example, by immersing in solution or spraying the environment on the article surface. The stage of thermofixation in physically active environment can be performed, for example, by means of immersing in liquid environment or any other known method that provide contact of article surface with environment. At the stages of drawing and thermofixation one can use physically active environment of single or different compositions. The sample is kept in the environment during thermofixation for the period that provides even heating of its volume. The time of even heating depends on the equipment.

#### **A method to produce lateral nanostructures (RU 2676801 C1)**

Invention refers to application of nanotechnologies in production of specific nanostructures used in different engineering fields, including those for manipulation with single molecules for obtaining new nanostructures. In the method used for production of lateral nanostructures modulation of nanostructure or heterostructure composition in lateral direction is performed without nanolithography, but due to special features of Frank-van der Merve layer growth mode in which the growth of single monolayer is accompanied by tangential motion of island region borders that start from inheriting from layer to layer defects, different, interchanging according to design of structures nanostructure materials. Inherited from monolayer to monolayer defects of crystal structure or artificially created nucleating seeds determine periodicity of single nanostructures grown by this method. The method considers three types of submode in Frank-van der Merve growth mode: 1) branch motion of island border (similar to Frank-van der Merve growth mode on surface); 2) parallel border displacement (similar to layer mode); 3) point growth of border only by means of entrapment of adsorbed particle with step curve. If the

latter mode is performed, it is possible to obtain lateral nanostructures that don't include a part of seeds related to inherited defect [9].

#### **A composition for production of electrical conductive hydrophobial coating based on lacker with carbon nanotubes and a method to manufacture it (RU 2677156 C1)**

The invention refers to electrical conductive hydrophobial coating based on lacker with carbon nanotubes and a method to manufacture it [10]. The coating is designed mostly for polymer products. Electrical conductive hydrophobial coating includes, weight part: film-forming interpolymer –  $7,25 \div 8,30$ , epoxide resin –  $0,72 \div 0,83$ , electrical conductive filler which is carbon nanotubes –  $0,90 \div 2,03$ . A method to produce electrical conductive hydrophobial coating by applying coating composition and further drying under different temperatures has been described. Technical result – electrical conductive hydrophobial coating characterized by the value of interfacial angle of contact from  $106,90$  to  $135,80^\circ$  and surface resistivity up to  $16,07$  Ohm/sq.

#### ***These are inventions in nanotechnological area that can be interesting for specialists:***

- A method to introduce single-wall and/or two-wall and/or multi-wall carbon nanotubes in composition of adhesive additives for asphalt coating and application of single-wall and/or two-wall and/or multi-wall carbon nanotubes in composition of adhesive additives [11];
- A method to erect cast-in-situ reinforced concrete structures [12];
- A method to produce a web of composite reinforcement [13];
- Welding wire with nanocomposite coating for welding of high-tensile steel [14];
- A method to produce nanocomposite material based on aluminium [15];
- A method to produce nanosize powder of zirconium boride [16].
- Sewage treatment system with nanomodified natural sorbents [17].

#### **CONCLUSION**

The innovative economy of any country cannot be developed without intellectual property which partially consists of patents. This is why much attention should be given to promotion and support of researches in different scientific areas. And the results of these works could be startpoint for efficient solutions of practical tasks.

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях использование изобретений ученых, инженеров и специалистов может способствовать эффективному решению задач импортозамещения и повышения производительности труда. Как известно, изобретение – это новое, обладающее существенными отличиями решение технической задачи, обеспечивающее положительный эффект (новые технологии, конструкции, новые вещества). В статье рассмотрены сущность, технический результат, практическая значимость некоторых изобретений, относящихся к области нанотехнологий.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Способ изготовления наноразмерных нитей в виде разветвленных пучков из тугоплавкого металла (RU 2678859 C1)

Техническим результатом предлагаемого способа является получение разветвленных пучков нановолокон из вольфрама и молибдена толщиной отдельной нити от 25 до 200 нм и общей длиной пучка около 20 мкм при помощи метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), снижение энергозатрат и упрощение процесса [1].

Изобретение может быть использовано для получения тонких нитей из вольфрама и молибдена, используемых в высокотемпературных приборах, в электронных устройствах и датчиках, в магнитных записывающих устройствах, в наномеханике, магнитоэлектронике, вакуумной электронике и материаловедении, как эмиттеры электронов, для электродов, для солнечных батарей, в качестве электродов, чувствительных к рН, в качестве газовых сенсоров, в качестве кантилеверов для сканирующей туннельной микроскопии, в качестве компонентов композиционных материалов, в качестве материалов электродов, в качестве катодов полевой эмиссии, для изготовления компонентов наноэлектромеханических систем, в высокотемпературной нанотехнологии в качестве источников поляризованного инфракрасного света. Для целого ряда практических применений необходима наноразмерная проволока, прежде всего, из металлов. Металлы привлекательны ввиду своей высокой электропроводности, высокой теплопроводности, механических и магнитных свойств.

### Эластичная проводящая пленка на основе наночастиц серебра (RU 2678048 C2)

Эластичная электроника привлекает большой интерес науки и промышленности. Этот новый

класс электроники имеет потенциальное применение во многих областях, таких как эластичная сенсорная кожа для робототехнических устройств, носимая электроника для функциональной одежды, эластичные датчики и гибкие электронные дисплеи [2]. Эластичность материалов особенно желательна в электронных устройствах, которые должны находиться в контакте с телом человека или соприкасаться с искривленными поверхностями. Однако стандартные электронные устройства обычно изготавливают из жестких материалов, которые не способны к растяжению, сгибанию и скручиванию.

Эластичная проводящая пленка содержит множество отожженных наночастиц проводящего металла, в частности, серебра, нанесенных на субстрат. Проводящая пленка получена диспергированием множества наночастиц проводящего металла, в частности серебра, с органоамином в смешанном органическом растворителе, содержащем гексадекан, с получением композиции чернил с наночастицами проводящего металла и нанесением слоя композиции чернил с наночастицами на поверхность эластичного субстрата, с растворением, по меньшей мере, части субстрата и отжигом указанного слоя. При этом эластичным субстратом является модифицированный сложным полиэфиром полиуретан. Технический результат – обеспечение эластичной проводящей пленки, обладающей первой проводимостью, связанной с формой проводящей пленки в отожженном состоянии, и второй проводимостью при растягивании пленки, по меньшей мере, в одном направлении относительно формы в отожженном состоянии, причем вторая проводимость больше, чем первая проводимость. Серебряная пленка обладает превосходной адгезией к субстрату – после испытания на истирание повреждений не было или они были небольшими.

### Способ получения спеченного твердого сплава (RU 2679026 C1)

Изобретение относится к порошковой металлургии, а именно к спеченным твердым сплавам, и может быть использовано для изготовления инструмента обработки металлов резанием, давлением, а также для материалов, работающих в условиях абразивного износа [3]. В основу изобретения положена задача повышения физико-механических и эксплуатационных характеристик твердого сплава за счет повышения однородности микроструктуры, предотвращения интенсивной рекристаллизации карбидного зерна и снижения конгломерирования наночастиц  $Al_2O_3$ .

Способ получения спеченного твердосплавного материала на основе карбида вольфрама включает приготовление шихты, содержащей порошки

карбида вольфрама, кобальта и нанопорошковую добавку, ее прессование и спекание. В качестве нанопорошковой добавки используют нанопорошок алюминия. Шихту готовят путем смешивания упомянутой добавки в этиловом спирте при помощи ультразвукового диспергирования и последующего введения в полученную суспензию порошков карбида вольфрама и кобальта. Спекание полученной шихты проводят в два этапа, на первом из которых спекание ведут при температуре 550°C с обеспечением образования дисперсно-упрочняющих частиц оксида алюминия из наночастиц алюминия, а на втором – при температуре 1370°C с обеспечением окончательного спекания. Дисперсные включения наноразмерного оксида алюминия  $Al_2O_3$  предотвращают интенсивную рекристаллизацию зерен карбида вольфрама, способствуют формированию и сохранению фрагментарно наноструктурированного твердосплавного композиционного материала, повышению однородности структуры и комплекса прочностных свойств композита.

#### **Способ функционализации поверхности детонационных наноалмазов (RU 2676975 C2)**

Детонационные наноалмазы (ДНА), синтезируемые из взрывчатых веществ в промышленных масштабах, находят все более широкое практическое применение. В связи с малым размером кристаллов ДНА (4–6 нм) и высокой удельной поверхностью наноалмазного материала химический состав поверхности оказывает решающее влияние на поведение ДНА в различных технологических процессах. В связи с этим возникает проблема направленной химической модификации поверхности ДНА (химическая прививка функциональных поверхностных групп). Известно, что фторирование углеродных материалов, включая алмазные материалы, является наиболее эффективным методом модификации и управления их физико-химическими свойствами. Фторирование поверхности алмазных порошков приводит к улучшению трибологических свойств, повышению устойчивости жидких суспензий ДНА [4].

Технической задачей настоящего изобретения является создание способа функционализации поверхности детонационных наноалмазов путем ее фторирования, обеспечивающего исключение необходимости использования радиационной обработки и повышение степени однородности функционализации поверхности ДНА. Указанные цели достигаются термохимической обработкой порошка ДНА в однородной смеси с порошком ПТФЭ при температуре 420–500°C до полного разложения политетрафторэтилена (ПТФЭ), а также использованием смеси при содержании порошка наноалмазов 20–35 вес.%. Под

термохимической обработкой в данном техническом решении подразумевается прогрев порошка ДНА в присутствии первичных продуктов (радикалов) терморазложения ПТФЭ.

#### **Композиция для склеивания металлических изделий (RU 2678063 C1)**

Изобретение может быть использовано в области машиностроения и ремонта техники. Композиция для склеивания металлических изделий содержит компоненты при следующем соотношении, мас. %: анаэробный герметик АН-111 – 98,3–99,1; наполнитель: нанопорошок алюминия 70 – 0,7–1,3, нанопорошок меди 70 – 0,2–0,4. Обеспечивается сокращение времени отверждения клеевых соединений, увеличение долговечности клеевых соединений при циклическом нагружении. Анаэробные герметики представляют собой многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться без изменения свойств и быстро отверждаться при отсутствии взаимодействия с кислородом воздуха. Основой анаэробных герметиков являются полимеризационно способные соединения акрилового ряда, чаще всего диметакриловые эфиры полиалкиленгликолей, для которых характерна высокая скорость превращения в трехмерно-сшитые полимеры. В состав анаэробных герметиков входят также ингибирующие и иницирующие системы, обеспечивающие длительное хранение герметиков и быстрое отверждение в изделиях, различные загустители, модификаторы, красители и другие добавки [5].

#### **Способ изготовления хеморезистора на основе наноструктур оксида кобальта электрохимическим методом (RU 2677093 C1)**

Изобретение относится к области сенсорной техники и нанотехнологий, в частности к разработке газовых сенсоров хеморезистивного типа, используемых для детектирования газов [6]. Способ изготовления хеморезистора на основе наноструктур оксида кобальта электрохимическим методом характеризуется тем, что в емкости, оборудованной электродом сравнения и вспомогательным электродом, заполненной электролитом, содержащим нитрат-анионы и катионы кобальта, наноструктуры оксида кобальта осаждают на диэлектрическую подложку, оборудованную полосковыми электродами, выполняющими роль рабочего электрода, путем приложения к рабочему электроду постоянного электрического потенциала от –0,5 до –1,1 В относительно электрода сравнения в течение 0,5–5 мин и при температуре электролита в диапазоне 20–80°C, после чего подложку с осажденным слоем наноструктур оксида



кобальта промывают дистиллированной водой и высушивают при комнатной температуре. Изобретение обеспечивает возможность создания хеморезистора на основе наноструктур оксида кобальта электрохимическим методом с низкой себестоимостью в одноэтапном технологическом процессе.

#### **Способ получения 2d кристаллов карбида кремния электроимпульсным методом (RU 2678033 C1)**

Изобретение относится к области нанотехнологии и может быть использовано для получения нанокompозитных материалов для наноэлектроники для создания источников питания, работающих в экстремальных условиях. Уникальные свойства наноматериалов определяются их размерностью. Ранее 2D структурами пренебрегали, поскольку считали невозможными, но после создания графена 2D структуры заняли важное место среди материалов и подверглись изучению по всему миру. Вскоре после получения графена механическим расслоением были предложены способы его получения осаждением из пара и термическим разложением [7].

Задачей настоящего изобретения была разработка способа формирования изолированного 2D кристалла карбида кремния на основе метода ориентированного разрушения SiC по плоскостям спаянности. В настоящем изобретении использован метод ориентированного расслоения. В данном способе осуществлен переход от макротехнологии к микро- и нанотехнологии.

Техническим результатом изобретения является получение изолированных 2D монокристаллов карбида кремния толщиной 10–50 нм. Технический результат достигается тем, что в способе получения 2D структур карбида кремния на электрод из монокристаллического карбида кремния подается высокое импульсное напряжение, при этом монокристалл разрушается с образованием 2D структур, которые осаждаются на поверхность приемника. Отделение слоев от кристалла по плоскости спаянности происходит при воздействии импульсного электрического поля высокой напряженности (свыше 106 в/см) с импульсами продолжительностью 10–20 мкс со скважностью 3–20. Послойное расслоение с поверхности монокристалла карбида кремния происходит при нормальных условиях (298°K, 105 Па) на воздухе, поэтому не требуется создание закрытого реактора.

#### **Способ получения нанопористых полимеров (RU 2676765 C1)**

Изобретение относится к способу получения нанопористых полимеров с открытыми порами, которые могут быть использованы в производстве

пористых полимерных изделий, таких как пленки, фильтры, мембраны и другие газопроницаемые материалы [8]. Способ включает стадии одноосной или двусосной вытяжки полимерного изделия в физически активной жидкой среде, обеспечивающей смачивание поверхности изделия и формирование пористой структуры, с последующей термофиксацией изделия в физически активной жидкой среде. Причем удаление среды осуществляют после термофиксации при удержании изделия в натянутом состоянии. Полученные нанопористые полимеры на основе аморфных стеклообразных или кристаллических полимеров характеризуются повышенной объемной пористостью и паропроницаемостью.

Заявляемый способ может быть реализован на любом известном, применяемом в промышленности оборудовании для ориентационной вытяжки полимерных изделий, снабженном средствами, обеспечивающими контакт поверхности изделия с физически активной средой, например, посредством погружения в раствор или орошения поверхности изделия указанной средой. При этом этап термофиксации в физически активной среде может быть реализован посредством, например, погружения в жидкую среду или любым другим известным методом, обеспечивающим контакт поверхности изделия со средой. На этапах вытяжки и термофиксации может быть использована физически активная среда одного состава или разных составов. Образец выдерживают в среде в процессе термофиксации в течение времени, обеспечивающем его равномерный прогрев по всему объему. Время равномерного прогрева зависит от используемого оборудования.

#### **Способ получения латеральных наноструктур (RU 2676801 C1)**

Изобретение относится к области применения нанотехнологии для получения специфических наноструктур, используемых в различных областях техники, в том числе и для целей манипуляции с отдельными молекулами и получения новых наноструктур.

Способ получения латеральных наноструктур, в котором модуляция состава наноструктуры или гетероструктуры в латеральном направлении осуществляется без применения техники нанолитографии за счет особенностей послойной ростовой моды Франка-ван-дер-Мерве, в которой при росте отдельного монослоя происходит тангенциальное движение границ островков, стартующих от наследуемых из слоя в слой дефектов, различными, чередующимися по замыслу конструкции наноструктуры материалами. Наследуемые из монослоя в монослой дефекты кристаллической структуры или искусственно созданные зародыши определяют периодич-



ность выращиваемых данным способом отдельных наноструктур. Способ различает в ростовой моде Франка-ван-дер-Мерве три подмоды: 1) лучевое движение границы островка (аналогичное ростовой моде Вольмера-Вебера на поверхности); 2) параллельное смещение границы (аналогичное послонной моде); 3) точечный рост границы только за счет захвата адсорбируемой частицы изгибом ступени. В случае реализации последней моды возможно получение латеральных наноструктур, не включающих в себя область зародыша, связанную с наследуемым дефектом [9].

#### **Композиция для получения электропроводящего гидрофобного покрытия на основе лака с углеродными нанотрубками и способ ее изготовления (RU 2677156 C1)**

Изобретение относится к электропроводящему гидрофобному покрытию на основе лака с углеродными нанотрубками (УНТ) и способу его изготовления [10]. Покрытие предназначено главным образом для полимерных изделий. Электропроводящее гидрофобное покрытие включает, мас.ч.: пленкообразующий сополимер – 7,25÷8,30, эпоксидиановую смолу – 0,72÷0,83, электропроводящий наполнитель, в качестве которого выступают углеродные нанотрубки – 0,90÷2,03. Описан способ получения электропроводящего гидрофобного покрытия путем нанесения состава покрытия и последующей сушкой при различных температурах. Технический результат – обеспечение электропроводящего гидрофобного покрытия, характеризующегося значением краевого угла смачивания от 106,90 до 135,80° и удельного поверхностного сопротивления до 16,07 Ом/кв.

*Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий:*

- Способ введения одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в состав адгезионных добавок для асфальтового покрытия и применение одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в составе адгезионных добавок [11].
- Способ возведения монолитных железобетонных конструкций [12].
- Способ изготовления сетки из композитной арматуры [13].
- Сварочная проволока с нанокпозиционным покрытием для сварки высокопрочных сталей [14].
- Способ получения нанокпозиционного материала на основе алюминия [15].
- Способ получения наноразмерного порошка диборида циркония [16].
- Система очистки сточных вод с использованием наномодифицированных природных сорбентов [17].

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Известно, что именно популяризация и внедрение изобретений является важным фактором успеха многих преуспевающих компаний. Например, General Electric, которая вошла в мировую историю как одна из самых инновационных компаний 20 века, является компанией, которая изначально попала в список индекса Доу-Джонса в 1896 году и до сих пор там находится. Поэтому надеемся, что публикуемая в данной рубрике информация будет востребованной и полезной для специалистов.

#### **REFERENCES**

1. Schukin A.S., Vadchenko S.G. A method to produce nanosize fibers in the form of branched bundles of high-melting metal. RF Patent 2678859 РФ C1. 2019. Bulletin № 4.
2. Lyu Pin, U Ilyan, Gardner Sandra Dzh. Elastic conductive film on the basis of silver nanoparticles. RF Patent 2678048 C2. 2019. Bulletin № 3.
3. Gordeev YU.I., YAsinskij V.B., Binchurov A.S. A method to produce sintered hard alloy. RF Patent 2679026 C1. 2019. Bulletin № 4.
4. Koshcheev A.P., Perov A.A., Hatipov S.A. Detonation nanodiamond surface functionalization method. RF Patent 2676975 C2. 2019. Bulletin № 2.
5. Li R.I., Psarev D.N., Kiba M.R., Malyugin V.A., Bykonya A.N. A composition for metal articles bonding. RF Patent 2678063 C1. 2019. Bulletin № 3.
6. Solomatin M.A., Sysoev V.V., Fedorov F.S., Ushakov N.M. An electrochemical method to produce chemoresistor based on nanostructures of cobalt oxide. RF Patent 2677093 C1. 2019. Bulletin № 2.
7. Doglih I.I., Avdeev D.V., Bituyckaya L.A., Kulikova T.V., Tuchin A.V. A method to produce 2d crystals of silicone carbide with electro-impulse method. RF Patent 2678033 C1.2019. Bulletin № 3.

8. Yarysheva L.M., Ruhlya E.G., Yarysheva A.YU., Volynskij A.L. A method to produce nanoporous polymers. RF Patent 2676765 C1. 2019. Bulletin № 2.
9. Goryunov YU.V. A method to produce lateral nanostructures. RF Patent 2676801 C1. 2019. Bulletin № 2.
10. Kablov E.N., Solovyanchik L.V., Kondrashov S.V., SHashkeev K.A., Dyachkova T.P. A composition for production of electrical conductive hydrophobic coating based on lacker with carbon nanotubes and a method to manufacture it. RF Patent 2677156 C1. 2019. Bulletin № 2.
11. Ivanov L.A., Borisova O.N., Muminova S.R. The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 91–101. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101.
12. Titova L. A., Titov M. Yu., Beylina M. I. Patent RF 2618552. IPC C1. Way of construction of monolithic reinforced concrete designs, 2017. Byul. No 13.
13. Ivanov L.A. New technical solutions in different economic sectors. Part 1 // Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 2. pp. 1–11. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/](http://ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/).
14. Ivanov L.A., Muminova S.R. Nanotechnologies and nanomaterials: review of inventions. Part 1 // Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 1, pp. 88–106. DOI: 10.15828/2075-8545-2017-9-1-88-106.
15. Kidalov S.V., Kol'cova T.S., Tolochko O.V., Voznyakovskij A.A. A method to produce nanocomposite material based on aluminium. RF Patent 2676117 C2. 2018, Bulletin № 36.
16. Ivanov L.A., Muminova S.R. New technical solutions in nanotechnology. Part 5. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2016, Vol. 8, no. 6, pp. 65–82. DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-6-65-82. (In Russian).
17. Malkin P. Wastewater treatment system based on nanomodified natural sorbents. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 5, pp. 56. DOI: 10.15828/2075-8545-2018-10-5-56-72.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шукин А.С., Вадченко С.Г. Патент 2678859 РФ МПК С1. Способ изготовления наноразмерных нитей в виде разветвленных пучков из тугоплавкого металла. – 2019. – Бюл. № 4.
2. Лю Пин, У Илян, Гарднер Сандра Дж. Патент 2678048 РФ МПК С2. Эластичная проводящая пленка на основе наночастиц серебра. – 2019. – Бюл. № 3.
3. Гордеев Ю.И., Ясинский В.Б., Бинчуров А.С. Патент 2679026 РФ МПК С1. Способ получения спеченного твердого сплава. – 2019. – Бюл. № 4.
4. Кошеев А.П., Перов А.А., Хатилов С.А. Патент 2676975 РФ МПК С2. Способ функционализации поверхности детонационных наноалмазов. – 2019. – Бюл. № 2.
5. Ли Р.И., Псарев Д.Н., Киба М.Р., Малюгин В.А., Быконя А.Н. Патент 2678063 РФ МПК С1. Композиция для склеивания металлических изделий. – 2019. – Бюл. № 3.
6. Соломатин М.А., Сысоев В.В., Федоров Ф.С., Ушаков Н.М. Патент 2677093 РФ МПК С1. Способ изготовления хеморезистора на основе наноструктур оксида кобальта электрохимическим методом. – 2019. – Бюл. № 2.
7. Доглих И.И., Авдеев Д.В., Битюцкая Л.А., Куликова Т.В., Тучин А.В. Патент 2678033 РФ МПК С1. Способ получения 2d кристаллов карбида кремния электроимпульсным методом. – 2019. – Бюл. № 3.
8. Ярышева Л.М., Рухля Е.Г., Ярышева А.Ю., Волынский А.Л. Патент 2676765 РФ МПК С1. Способ получения нанопористых полимеров. – 2019. – Бюл. № 2.
9. Горюнов Ю.В. Патент 2676801 РФ МПК С1. Способ получения латеральных наноструктур. – 2019. – Бюл. № 2.
10. Кablov E.N., Соловьянчик Л.В., Кондрашов С.В., Шашкеев К.А., Дьячкова Т.П. Патент 2677156 РФ МПК С1. Композиция для получения электропроводящего гидрофобного покрытия на основе лака с углеродными нанотрубками и способ ее изготовления. – 2019. – Бюл. № 2.
11. Иванов Л.А., Борисова О.Н., Муминова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть I // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 91–101. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101.
12. Титова Л.А., Титов М.Ю., Бейлина М.И. Патент 2618552 РФ МПК С1. Способ возведения монолитных железобетонных конструкций. – 2017. – Бюл. № 13.
13. Иванов Л.А. Новые решения технических задач в различных отраслях экономики. Часть 1 // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. – С. 1–11. – URL: [ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/](http://ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/).
14. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Нанотехнологии и наноматериалы: обзор новых изобретений. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 1. – С. 88–106. – DOI: 10.15828/2075-8545-2017-9-1-88-106.
15. Кидалов С.В., Кольцова Т.С., Толочко О.В., Возняковский А.А. Патент 2676117 РФ МПК С2. Способ получения нанокompозитного материала на основе алюминия. – 2018. – Бюл. № 36.
16. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 6. – С. 65–82. – DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-6-65-82.
17. Малкин П. Система очистки сточных вод с использованием наномодифицированных природных сорбентов // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 5. – С. 56–72. – DOI: 10.15828/2075-8545-2018-10-5-56-72.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Leonid A. Ivanov**, Ph.D. in Engineering, Vice President of the International Academy of Engineering, Member of the International Journalist Federation; Gazetny per., block 9, bld.4, Moscow, Russian Federation, 125009, L.a.ivanov@mail.ru

**Aleksey V. Demenev**, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Высшая школа сервиса, Russian State University of Tourism and Service; Glavnaya str., 99, Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, 141221, saprmgus@mail.ru

**Svetlana R. Muminova**, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Russian State University of Tourism and Service; Glavnaya str., 99, Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, 141221, it.rguts@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иванов Леонид Алексеевич**, канд. техн. наук, вице-президент Международной инженерной академии, член Международной федерации журналистов; Газетный пер., д. 9, стр. 4, г. Москва, Россия, 125009, L.a.ivanov@mail.ru

**Деменев Алексей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса; ул. Главная, 99, пос. Черкизово, Московская область, Россия, 141221, saprmgus@mail.ru

**Муминова Светлана Рашидовна**, канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса; ул. Главная, 99, пос. Черкизово, Московская область, Россия, 141221, it.rguts@mail.ru

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: L.a.ivanov@mail.ru