

Обзорная статья

УДК 608; 69.001.5

<https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-6-370-378>



## Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть VI<sup>1)</sup>

Леонид Алексеевич Иванов<sup>1\*</sup> , Ли Да Сюй<sup>2</sup> , Константин Эдуардович Разумеев<sup>3</sup> ,  
Жанна Викторовна Писаренко<sup>4</sup> , Алексей Владимирович Деменев<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Российская инженерная академия, Москва, Россия

<sup>2</sup> Университет Олд Доминион, г. Норфолк, Вирджиния, США

<sup>3</sup> Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup> Российский государственный университет туризма и сервиса, пос. Черкизово, Московская область, Россия

\* Автор, ответственный за переписку: e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

**РЕЗЮМЕ: Введение.** Высокие технологии поражают воображение людей, демонстрируя все новые и новые достижения (материалы, способы, системы, технологии, устройства и др.), кардинально меняющие окружающий мир. Это, прежде всего, можно отнести к изобретениям ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. **Основная часть.** В статье в реферативной форме проводится обзор изобретений ученых, инженеров и специалистов из разных стран: России, США, Китая, Казахстана, Швеции. Результаты творческой деятельности ученых, инженеров и специалистов, в т.ч. и изобретения в области нанотехнологий и наноматериалов позволяют при их внедрении добиться значительного эффекта в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, смежных отраслях экономики. Например, изобретение «Способ получения полимерно-композитного материала и композитная арматура» относится к области строительных материалов и предназначено для армирования строительных конструкций, позволяя получить усиленную напряженную композитную арматуру, обладающую улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной стойкостью к агрессивным средам. Способ получения полимерно-композитного материала представляет собой многоэтапное изготовление коллоидного раствора на базе эпоксидной смолы с добавлением углеродных нанотрубок с применением нагрева и ультразвукового воздействия. Введение модификаторов (наполнителей) в полимерную матрицу в определенном соотношении, ориентация наполнителей позволяют создать усиленный к механическим нагрузкам полимер с повышенной стойкостью к агрессивным средам (кислотостойкость и щелочестойкость). Также представляю интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: способ получения биоцидной суспензии для покрытия обоев и настенных покрытий, способ аэрозольного распыления наночастиц в постоянном электрическом поле, способ получения аморфного наноструктурированного алмазоподобного покрытия, полимерная композиционная теплопроводная паста с нановолокнистым модификатором, установка для электроимпульсного управляемого получения наночастиц токопроводящих материалов и др. **Заключение.** Одна из актуальных задач экономики любой страны – повышение конкурентоспособности промышленности за счет ее технологического переоснащения. И в этом направлении главным объектом внимания со стороны государства и компаний становятся люди или предприятия, чья основная работа связана с изобретением и внедрением новых технологий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нанотехнологии в строительстве, углеродные нанотрубки, наночастицы, полимерно-композитный материал, наноструктурированное покрытие, нановолокнистый модификатор.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Разумеев К.Э., Писаренко Ж.В., Деменев А.В. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть VI // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Т. 13, № 6. С. 370–378. <https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-6-370-378>.

### ВВЕДЕНИЕ

Высокие технологии поражают воображение людей, демонстрируя все новые и новые достижения (материалы, способы, системы, технологии, устройства и др.), кардинально меняющие окру-

<sup>1)</sup> Продолжение. Часть I – Часть V опубликованы в журнале «Нанотехнологии в строительстве». 2021. Т. 13. №№ 1–5.

© Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Разумеев К.Э., Писаренко Ж.В., Деменев А.В., 2021

жающий мир. Это, прежде всего, можно отнести к изобретениям ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Способ получения полимерно-композитного материала и композитная арматура (RU 2755343 C1)

Изобретение относится к области строительных материалов и предназначено для армирования строительных конструкций, позволяя получить усиленную напряженную композитную арматуру, обладающую улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной стойкостью к агрессивным средам [1]. Способ получения полимерно-композитного материала представляет собой многоэтапное изготовление коллоидного раствора на базе эпоксидной смолы с добавлением углеродных нанотрубок с применением нагрева и ультразвукового воздействия. На базе коллоидного раствора изготавливается полимерный композитный материал, состоящий из эпоксидной смолы, отвердителя, ускорителя, пластификатора и многослойных углеродных нанотрубок. С применением полимерного композитного материала, изготовленного по описанному способу, производится напряженная усиленная композитная арматура. Она состоит (рис. 1) из напряженных армирующих волокон прямого стеклянного ровинга из щелочестойкого Е-стекла с усилением натяжения 50–1500 кг, полимера и скрученной нити прямого стеклянного ровинга из щелочестойкого Е-стекла.

Введение модификаторов (наполнителей) в полимерную матрицу в определенном соотношении, ориентация наполнителей позволяют создать усиленный к механическим нагрузкам полимер с повышенной стойкостью к агрессивным средам (кислотостойкость и щелочестойкость). Наиболее эффективной является наномодифицированная полимерная матрица, в которой обычная эпоксидная смола заменена на модифицированную эпоксидную смолу до отверждения, представляющую собой коллоидный раствор, в котором дисперсионная среда — это обычная эпоксидная смола, а дисперсная фаза — это углеродные наноматериалы: многослойные углеродные нанотрубки, концентрация дисперсной фазы (углеродного наноматериала) в дисперсионной среде находится в интервале 0,001–5% от массы дисперсионной среды. Оптимальная концентрация углеродного наноматериала составляет 0,1% от массы дисперсионной среды.

Частицы углеродных наноматериалов стремятся образовать агломераты и агрегаты. Необходимо разрушить их и равномерно распределить наночастицы по всему объему полимера и добиться его однородно-

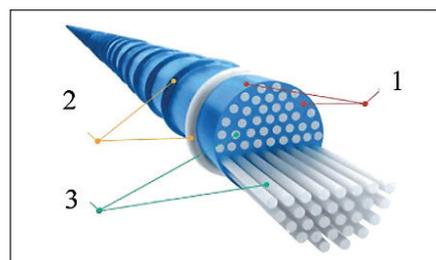


Рис. 1. Вид усиленной напряженной композитной арматуры в разрезе:

- 1 — полимерный композитный материал;
- 2 — скрученная нить прямого стеклянного ровинга;
- 3 — напряженные армирующие волокна

сти. Для предотвращения образования агломератов и агрегатов, а также для равномерного распределения УНТ по всему объему полимера предлагается использовать последовательное создание коллоидных композиций: от 10% концентрированного коллоидного раствора до раствора с рабочей концентрацией (вплоть до концентрации 0,1%) с шагом уменьшения концентрации 10:1. При шаге более чем 100:1 УНТ распределяются недостаточно равномерно, шаг менее чем 10:1 экономически не выгоден. Для предотвращения образования агломератов и агрегатов используется вакуумный диссольтвер с подогревом и ультразвуковой смеситель.

По своей сути композитная арматура представляет собой пучок армирующих волокон, надежно заключенный в прочную полимерную матрицу. Прочность на разрыв и модуль упругости композитной арматуры определяется нитями стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных армирующих волокон, из которых состоит ее несущий стержень (ствол арматуры). Равномерное сильное натяжение (напряжение) этих нитей заставляет их работать одновременно как единое целое и позволяет значительно повысить прочность на разрыв и модуль упругости композитной арматуры. Для скрепления этих нитей в монолитный прочный несущий стержень, а также защиты от нежелательных воздействий агрессивных сред служит полимерная матрица. Усиленную напряженную композитную арматуру используют для армирования:

- обычных строительных конструкций и изделий;
- предварительно напряженных строительных конструкций и изделий;
- монолитных бетонных и сборных зданий;
- термоизоляционных стеновых панелей;
- морских и припортовых сооружений;
- грунта оснований зданий и сооружений;
- оснований автомагистралей и дорог;
- крепления различных грунтов;
- для анкерки в грунте подпорных стен и сооружений.

### **Способ получения биоцидной суспензии для покрытия обоев и настенных покрытий (RU 2757849 C1)**

В настоящее время весьма актуальным является вопрос обеззараживания поверхностей и воздуха в помещениях, особенно, в местах скопления людей, в медицинских учреждениях. Одним из вариантов решения данных проблем может стать нанесение на поверхности лакокрасочных покрытий на основе водно-дисперсных-ЛКМ (лакокрасочных материалов) с наноразмерными частицами серебра, меди или золота с повышенной биоцидной активностью, которые препятствуют образованию бактерий и грибов на поверхностях окрашенных изделий, а также способны самостоятельно устранять из воздуха помещения патогенных микроорганизмов и ингибировать процесс их размножения [2].

Задачей изобретения является создание способа получения биоцидной суспензии на основе наночастиц серебра на углеродной матрице и лакокрасочных материалах, обладающей высокой бактерицидной активностью по отношению к штаммам разных классов микроорганизмов, которые являются патогенными по отношению к млекопитающим и к человеку, и пригодной для нанесения покрытий с бактерицидными и фунгицидными свойствами на обои для использования их в производственных и бытовых помещениях, в детских и медицинских учреждениях, в местах большого скопления людей и т.д.

Поставленная задача решается путем создания способа получения биоцидной суспензии, включающего следующие этапы:

1. введение в базовую жидкость порошка наночастиц серебра на углеродной матрице с размерами наночастиц 1–500 нм так, чтобы массовая доля наночастиц серебра на углеродной матрице к базовой жидкости составляла от 0 до 5%;

2. диспергирование ультразвуком;

3. приготовление биоцидной суспензии путем отстаивания и сливания полученной дисперсии.

Изобретение может быть использовано в строительной отрасли и в химической промышленности. Изобретение обеспечивает высокую бактерицидную активность по отношению к штаммам разных классов микроорганизмов.

### **Способ получения нанолитографических рисунков с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью (RU 2757323 C1)**

Изобретение относится к области нанотехнологий, а именно к способам формирования наноматериалов в виде нанолитографических рисунков с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью,

и может быть использовано для получения устройств нано- и микроэлектроники нового поколения [3].

В настоящее время для формирования литографических рисунков, в том числе с наноразрешением, используют два основных технологических подхода. Первый подход является логическим развитием идей классической микроэлектронной технологии и основан на использовании оптической, рентгеновской или электронно-лучевой литографии. Уменьшение длины волны излучения при экспонировании того или ионного фоторезиста обеспечивает возможность создания рисунков с размером отдельных элементов менее 100 нм. Второй подход по своей сути является чисто нанотехнологическим и основан на использовании некоторого зонда, перемещающегося по поверхности подложки и контактирующего с ней в локальных областях, в результате чего формируется заданный пространственный профиль в виде нано- или микрорельефа.

Разработка способов получения наноматериалов со сверхразвитой поверхностью является одной из актуальных задач нанотехнологии. Такие материалы обладают уникальными фотокаталитическими, адсорбционными свойствами, а также высокой удельной площадью поверхности взаимодействия с окружающей средой, что определяет их применение для устройств нано- и микроэлектроники, включая высокоэффективные газовые сенсоры и датчики вакуума. Для их формирования используются различные физические и химические методы, среди которых особое место занимает золь-гель технология. Объединение данной технологии с современными методами формирования нанолитографических рисунков позволит получать наноматериалы с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью.

Технический результат изобретения заключается в том, что с помощью совмещения зондовой литографии и золь-гель метода формируются нанолитографические рисунки с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью. Это достигается тем, что в известном способе формирования нанолитографических рисунков методом зондовой литографии, заключающемся в том, что путем механического воздействия зонда на подложку формируют пространственный профиль в виде областей заданной геометрии, дополнительно на поверхность подложки в рамках метода золь-гель синтеза наносят пленкообразующий золь на основе 2-аминоэтанола, 2-метоксиэтанола, ацетата цинка и ацетата натрия. После чего параллельно проводят низкотемпературный отжиг при 80°C и фотоотжиг излучением ультрафиолетового диапазона длин волн. В результате этого в области пространственного профиля в виде областей заданной геометрии, выполняющих функцию центров роста, формируется нанолитографический рисунок с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью.

### Способ аэрозольного распыления наночастиц в постоянном электрическом поле (RU 2756323 C2)

Изобретение относится к области создания наноструктурных покрытий, состоящих из наночастиц различных материалов, и может использоваться в получении поверхностей с изменяемыми анизотропными свойствами. Изобретение может быть использовано для создания новых элементов фотоники и оптоэлектроники [4]. Способ аэрозольного распыления наночастиц в постоянном электрическом поле включает осаждение коллоидных наночастиц на твердые подложки в постоянном электрическом поле напряженностью 105–108 В/м, создаваемом между фокусирующей сеткой-катодом и нагреваемым металлическим основанием-анодом. Распыление на подложку проводится под давлением от 1 до 10 атм с покоординатным сканированием с заданной скоростью и расстоянием распыляющей форсунки – подложки с регулируемой за счет этого площадью покрытия и возможностью формирования тонкой пленки или слоистой структуры за счет многократного осаждения. Техническим результатом изобретения является усовершенствованный способ распыления наночастиц в постоянном электрическом поле, отличающийся тем, что при распылении коллоидных растворов позволяет фокусировать капельный поток с помощью отрицательно заряженной сетки на поверхность нагреваемой подложки, которая в свою очередь эффективно испаряет жидкость и обеспечивает равномерное осаждение наночастиц без их дальнейшего перемещения в малой испаряющейся капле жидкости.

Описание способа (рис. 2): из металлической распыляющей форсунки, прикрепленной к г-образно установленной штанге с помощью прямого зажима (1), под давлением, нагнетаемым компрессором (1–10 атмосфер), распыляется коллоидный раствор с наночастицами металлов, через фокусирующую металлическую сетку, к которой прикреплен отрицательный контакт для контроля траекторий разлета частиц (2), расположенную под соплом форсунки на регулируемом расстоянии до подложки, через которую распыляемый коллоидный раствор осаждается на подложку, к которой подается положительный заряд, с температурой, задаваемой в диапазоне 20–100°C за счет термоэлемента (3), находящегося на координатном столике (4). Такая схема позволяет изменять углы разлета частиц и капель в процессе осаждения, так как коллоидные частицы имеют отрицательный заряд. В этом случае под действием электрического поля напряженностью 105–108 В/м, проходя через сетку, все частицы приобретают ускорение, направленное в сторону положительного контакта – анода – и фокусируются внутри каждой ячейки за счет

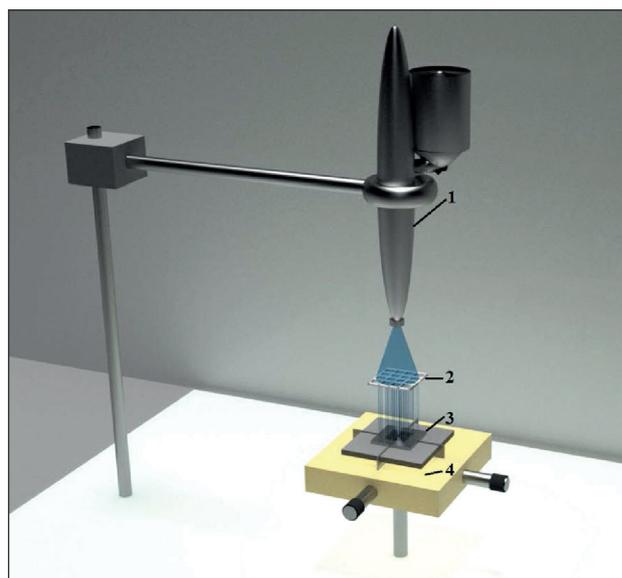


Рис. 2. Способ аэрозольного распыления наночастиц в постоянном электрическом поле

кулоновского отталкивания от отрицательно заряженной поверхности сетки. При осаждении на подложку частицы из-за разности зарядов фиксируются на поверхности (рис. 3).

Управление процессом распыления ведется при помощи сервопривода, программируемого микроконтроллером, что позволяет манипулировать расходом распыляемого коллоидного раствора. Выбор давления, подаваемого компрессором, обусловлен тем, что в диапазоне от 1–10 атмосфер происходит эффективное распыление без повреждения наночастиц и их агломератов. Скорость перемещения подложки при помощи координатного столика варьируется в зависимости от расстояния распыляющей форсунки до поверхности осаждаемого слоя.

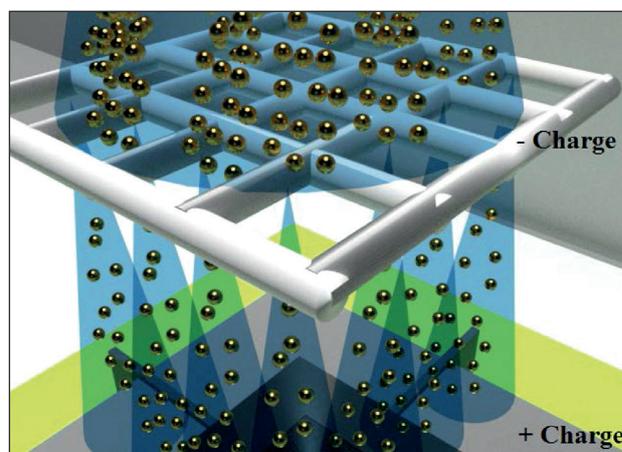


Рис. 3. При осаждении на подложку частицы из-за разности зарядов фиксируются на поверхности

### Способ получения аморфного наноструктурированного алмазоподобного покрытия (RU 2757303 C1)

Изобретение относится к технологии нанесения твердых износостойких наноструктурированных покрытий из аморфного алмазоподобного углерода и может быть использовано в металлообработке, машиностроении, медицине, электронике, солнечной энергетике, оптоэлектронике, фотонике, в производстве жидкокристаллических дисплеев, защитных покрытий с высокой твердостью для повышения эксплуатационных свойств поверхности изделий различного функционального назначения. Способ получения аморфного наноструктурированного алмазоподобного покрытия детали включает нанесение по меньшей мере одного слоя углеродной алмазоподобной пленки с помощью катодного распыления графита, при этом предварительно вне вакуумной камеры формируют адгезионный слой путем нанесения на поверхность детали порошка графита, титана, хрома, алюминия или их смеси и воздействия на него ультразвуковым индентором [5].

Под действием ультразвукового индентора предварительно нанесенный на поверхность детали адгезионный материал диффундирует в эту поверхность, что обеспечивает высокую адгезионную прочность покрытия. А так как адгезионный слой наносится на поверхность детали вне вакуумной камеры, то это сокращает суммарное время нанесения алмазоподобного покрытия в вакуумной камере, увеличивает ее производительность и пропускную способность. При изготовлении большой партии изделий ультразвуковой процесс нанесения адгезионного слоя может быть совмещен по времени с нанесением алмазоподобного покрытия в вакуумной камере, что дополнительно повышает пропускную способность всей технологической системы.

### Полимерная композиционная теплопроводная паста с нановолокнистым модификатором (RU 2757253 C2)

Заявленное техническое решение относится к области создания теплопроводящих материалов и может быть использовано для сопряжения теплонапряженных поверхностей различных устройств и деталей. Эффективность переноса тепла зависит как от коэффициентов теплопроводности, так и от площадей соприкосновения поверхностей материалов. Соответственно, для обеспечения максимально возможной теплопередачи необходимо обеспечить плотный контакт между поверхностями. Поскольку поверхности любых материалов не являются абсолютно плоскими, то образуются воздушные про-

слойки, значительно снижающие теплоперенос в системе. Для решения этой проблемы наиболее оптимальным и широко используемым является применение теплопроводящих паст (термопаст). Более конкретно, настоящая заявка на изобретение относится к способу использования определенного состава наноструктурированной смеси, представляющей собой соединение связующего, как правило, кремнийорганического и наполнителя (теплопроводного материала), причем смесь имеет широкий температурный диапазон использования, невоспламеняема, нетоксична, не электропроводна, не портится после длительного применения и дешева [6].

Модификатор выполняется предпочтительно из углеродных нанотрубок (УНТ) или волокнистого кремния, обладающих высокой теплопроводностью от 150 до 3500 Вт/(м·К), ярко выраженной анизотропной структурой, обеспечивающей формирование «теплопроводных мостиков» между сферическими частицами и высоким сродством к органическому связующему.

Полимерная композиционная теплопроводная паста содержит теплопроводный неорганический наполнитель в виде, например, частиц нитрида алюминия и/или графита, связующее в виде органического полисилоксана. Причем в качестве органического полисилоксана используют полидиметилсилоксан и волокнистый или нановолокнистый модификатор в количестве от 0,1 до 15% от массы порошка неорганического наполнителя. Увеличение содержания волокнистого и нановолокнистого модификаторов более 15% приводит к потере механических свойств и невозможности применения для сопряжения теплонапряженных поверхностей.

### Установка для электроимпульсного управляемого получения наночастиц токопроводящих материалов (RU 2756189 C1)

Изобретение относится к порошковой металлургии и изготовлению наноструктур, которые могут быть использованы для производства приборов квантовой информатики, радиофотоники и наноэлектроники, а также для получения покрытий и в аддитивных технологиях [7]. Установка для электроимпульсного управляемого получения наночастиц токопроводящих материалов (рис. 4) содержит зарядный 3 и разрядный 8 контуры. Зарядный контур 3 состоит из лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) 4, входные выводы 1 и 2 которого подключены к электросети переменного напряжения питания, а выход — к первичной обмотке высоковольтного повышающего трансформатора (ВПТ) 5, вторичная обмотка которого подключена к высоковольтному электрическому конденсатору 7 через защитные токоограничивающие резисторы 6.

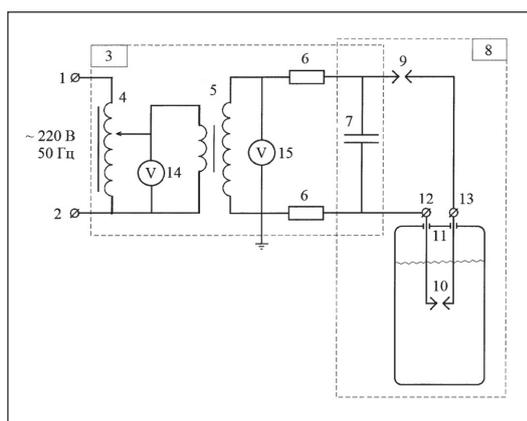


Рис. 4. Функциональная схема установки для электроимпульсного управляемого получения наночастиц и нанопорошков металлических и полупроводниковых материалов и сплавов

Для контроля за режимом работы на выходе ЛАТР 4 и ВПТ 5 предусмотрены вольтметры 14 и 15. Разрядный контур 8, подключенный параллельно высоковольтному электрическому конденсатору 7 посредством выходных выводов последнего, состоит из реактора электроискрового диспергирования 11, заполненного диэлектрической жидкостью, в которую погружены рабочие диспергируемые электроды с выводами 12 и 13, выполненные вращающимися друг относительно друга, между которыми образован рабочий межэлектродный зазор 10, а также перестраиваемого воздушного искрового разрядника 9, имеющего напряжение пробоя больше напряжения пробоя рабочего межэлектродного зазора 10. Технический результат заключается в обеспечении стабильной генерации электроискрового разряда при малых энергиях разрядных импульсов менее 100 мДж и межэлектродном зазоре более 50 мкм в целях получения наночастиц проводящих материалов, близких к монодисперсным.

Указанный технический результат достигается тем, что установка для электроимпульсного управляемого получения наночастиц и нанопорошков металлических и полупроводниковых материалов и сплавов, включающая вращающиеся относительно друг друга рабочие диспергируемые электроды, погруженные в заполненный диэлектрической жидкостью реактор электроискрового диспергирования, зарядный и разрядный контуры, включенные параллельно друг другу и высоковольтному электрическому конденсатору, входные выводы для подключения зарядного контура к электросети питания переменного напряжения, выходные выводы разрядного контура для подключения к рабочим диспергируемым электродам, причем зарядный контур состоит из лабораторного автотрансформатора, выход которого соединен с первичной обмоткой высоковольтного повышаю-

щего трансформатора, вторичная обмотка которого подключена к высоковольтному электрическому конденсатору через защитные токоограничивающие резисторы, а в разрядный контур, состоящий из высоковольтного электрического конденсатора и рабочего межэлектродного зазора, образованного между рабочими диспергируемыми электродами, включен перестраиваемый воздушный искровой разрядник, имеющий напряжение пробоя больше напряжения пробоя рабочего межэлектродного зазора.

#### Фотоэлектрический преобразователь (RU 2756171 C1)

Изобретение относится к солнечной энергетике, в частности, к фотоэлектрическим преобразователям, и может быть использовано в электронной промышленности для преобразования световой энергии в электрическую. При изготовлении фотоэлектрического преобразователя одним из основных этапов является формирование омических контактов. Снижение переходного контактного сопротивления и увеличение проводимости контактных шин фронтального омического контакта позволяет существенно снизить омические потери и увеличить эффективность преобразования излучения в электроэнергию [8].

Задачей настоящего технического решения является увеличение электрической проводимости контактных шин фронтального омического контакта за счет увеличения адгезии контактных слоев и снижения омических потерь путем уменьшения переходного контактного сопротивления. Поставленная задача достигается тем, что фотоэлектрический преобразователь включает подложку n-типа проводимости, фоточувствительную A3B5 гетероструктуру с широкозонным окном и контактным слоем GaAs p-типа проводимости, антиотражающее покрытие на поверхности широкозонного окна в местах, свободных от фронтального омического контакта, тыльный омический контакт и фронтальный омический контакт на поверхности контактного слоя GaAs, содержащий слой Ag и Au. Новым в фотоэлектрическом преобразователе является то, что фронтальный омический контакт содержит последовательно расположенные первый слой сплава никеля и хрома (NiCr) с содержанием в сплаве хрома 15–50 мас. % толщиной 5–25 нм, слой Ag толщиной 500–5000 нм, второй слой сплава NiCr с содержанием в сплаве хрома 15–50 мас. % толщиной 50–100 нм и слой Au толщиной 30–100 нм.

После нанесения слоев фронтального и тыльного контактов проводят термообработку фотоэлектрического преобразователя при температуре 390–410°C в течение 50–70 секунд. Режим термообработки контакта выбирают из условий минимизации удельного переходного сопротивления, а также обеспечения

неглубокого залегания границы раздела металл-полупроводник.

### Устройство для получения наночастиц из газов и паров жидкостей при сверхнизких температурах (RU 2756051 C1)

Изобретение относится к области нанотехнологии, а именно предлагаемое устройство позволяет получать частицы малых размеров (наночастицы) из материалов, существующих при комнатных температурах в виде газов или паров, конденсация которых производится на поверхности сверхтекучей жидкости [9].

Устройство содержит криостат со сверхтекучим гелием в качестве низкотемпературной подложки для конденсации наночастиц, трубку подачи смеси гелия и требуемой примеси, ампулу для сбора наночастиц, устройство для поддержания уровня сверхтекучего гелия выше конца трубки для создания низкотемпературной подложки для конденсации наночастиц на поверхности сверхтекучего гелия и предотвращения потерь смеси в процессе формирования наночастиц.

В процессе работы устройства (рис. 5) поток примесь-гелиевой смеси (8) подается по трубке конденсации (3) на поверхность сверхтекучего гелия в ампуле (4), уровень которой в ампуле поддерживается постоянным (10) выше конца трубки конденсации для предотвращения потерь конденсируемой смеси. Смесь малого количества (порядка нескольких процентов) примеси (например, газов: дейтерия, метана, азота или паров воды, тяжелой воды, спирта и т.д.) и газообразного гелия в процессе движения по трубке конденсации за времена порядка нескольких десятков секунд охлаждается от комнатной температуры до гелиевой и формирует наночастицы (9), при этом атомы гелия препятствуют образованию больших частиц. В процессе охлаждения смеси происходит интенсивное испарение сверхтекучего гелия, что понижает уровень гелия в ампуле. Если уровень гелия будет ниже нижнего конца трубки конденсации, процесс конденсации прекращается. Для поддержания постоянного уровня сверхтекучего гелия в ампуле выше конца трубки конденсации нами применен крионасос (6). Принцип работы крионасоса основан на способности сверхтекучей компоненты протекать через малые зазоры между частицами мелкого порошка (13), в то время как нормальная компонента гелия (после нагрева нагревателем (14) в верхней части крионасоса и перехода сверхтекучей компоненты в нормальную) имеет большое гидравлическое сопротивление при движении через порошок. Из-за возросшего давления в крионасосе сверхтекучий гелий поднимается вверх по трубке подлива (8), что позволяет подливать гелий в ампулу (4) несмотря на то, что уровень гелия в криостате (11) может быть существенно ниже, чем

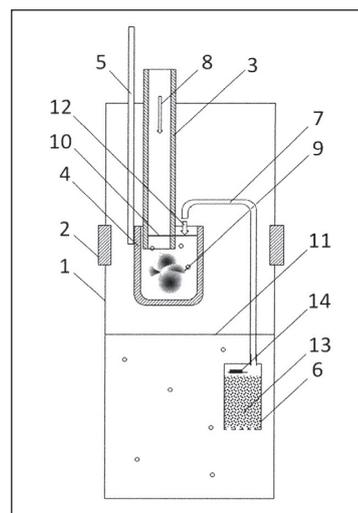


Рис. 5. Устройство для получения наночастиц из материалов, существующих при комнатной температуре в виде газов и паров жидкостей:

1 – гелиевый криостат с вакуумной изоляцией, 2 – окна, 3 – трубка конденсации, 4 – ампула сбора наночастиц, 5 – штанга, 6 – крионасос, 7 – трубка подлива, 8 – поток примесь-гелиевой смеси, 9 – сконденсированные наночастицы, 10 – уровень гелия в ампуле, 11 – уровень гелия в криостате, 12 – поток подливаемого сверхтекучего гелия, 13 – мелкий порошок, 14 – нагреватель

в ампуле (10). Применение такого приспособления, как крионасос, увеличивает время накопления наночастиц и увеличивает выход готового продукта.

### Сборное устройство и производственная система (RU 2755803 C1)

Группа изобретений относится к сборному устройству и производственной системе для получения материала углеродных нанотрубок. Сборное устройство для сбора пленок углеродных нанотрубок или волокон углеродных нанотрубок содержит предварительный регулировочный механизм для регулирования ориентации, по меньшей мере, одного пучка агрегатов углеродных нанотрубок, намоточный механизм для намотки и сбора агрегатов углеродных нанотрубок, вытягиваемых из предварительного регулировочного механизма [10]. При этом предварительный регулировочный механизм содержит первый предварительный регулировочный субмеханизм и второй предварительный регулировочный субмеханизм, содержащий, по меньшей мере, третий колесный элемент для вытягивания агрегатов углеродных нанотрубок. Третий колесный элемент выполнен с возможностью вращения и окружен множеством

первых кольцевых выступов, присутствующих на нем для регулирования ориентации агрегатов углеродных нанотрубок. Первый кольцевой выступ имеет ширину, составляющую не более чем 10 мкм, причем соседние первые кольцевые выступы отделены друг от друга промежутками, составляющими не более чем 100 мкм. Производственная система для получения материала пленки углеродных нанотрубок или материала волокна углеродных нанотрубок содержит синтезирующее устройство для флотационного каталитического синтеза агрегатов углеродных нанотрубок, содержащее реактор, имеющий, по меньшей мере, одну выращивающую трубу, и вышеуказанное сборное устройство, расположенное на стороне выпускного конца синтезирующего устройства для сбора агрегатов углеродных нанотрубок, произведенных синтезирующим устройством. Группа изобретений обеспечивает возможность регулирования механических, электрических и термических свойств собранных материалов углеродных нанотрубок.

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

- Способ получения композиционного материала с ориентированными углеродными нанотрубками [11].
- Способ изготовления поляризационно-чувствительной нанокомпозитной пленки на основе селенида меди [12].
- Способ изготовления индикаторных микрокапсул с использованием магнитных и плазмонных наночастиц [13].
- Химические соединения для покрытия наноструктур [14].
- Материалы с фазовым переходом для строительства: обзор нано- и микрокапсулирования [15].
- Способ получения антифрикционного полимерного композита [16].
- Электрохимический способ получения нановолокон металлической меди [17].
- Способ получения термопластичного нетканого материала на основе микро- и нановолокон из ароматических полиэфиримидов [18].

- Способ определения положения полиэтиленового газопровода и мест возможных несанкционированных врезок [19].
- Композиция для покрытия металлических изделий [20].
- Способ переноса графена на полимерную подложку [21].
- Способ получения пироуглеродных покрытий из производных гуанидина [22].
- Чувствительный элемент люминесцентного сенсора и способ его получения [23].
- Экспериментальная оценка цементного раствора с использованием нанооксидных соединений [24].
- Способ определения температуры горения реакционных многослойных нанопленок с эффектом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [25].
- Способ синтеза антипатогенного углерод-серебряного наноструктурированного порошка [26].
- Способ создания суспензии на основе детонационного наноалмаза [27].
- Способ получения модифицированного лигносульфонатного реагента для обработки бурового раствора [28].
- Эволюция фотоэлектрической технологии от традиционных до наноматериалов [29].
- Способ получения нанопорошка карбида железа [30].
- Способ получения оптического полупроводникового материала на основе нанодисперсного оксида кадмия, допированного литием [31].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из актуальных задач экономики любой страны – повышение конкурентоспособности промышленности за счет ее технологического переоснащения. И в этом направлении главным объектом внимания со стороны государства и компаний становятся люди или предприятия, чья основная работа связана с изобретением и внедрением новых технологий. Поэтому надеемся, что публикуемая в данной рубрике информация будет востребованной и полезной для специалистов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белкин С.В., Чаленко К.А. Способ получения полимерно-композитного материала и композитная арматура // Патент 2755343 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 26.
2. Мальцев В.А., Новопашин С.А., Моисеенко В.В. Способ получения биоцидной суспензии для покрытия обоев и настенных покрытий // Патент 2757849 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 30.
3. Аверин И.А., Пронин И.А., Карманов А.А. и др. Способ получения нанолитографических рисунков с упорядоченной структурой со сверхразвитой поверхностью // Патент 2757323 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
4. Кутровская С.В., Кучерик А.О., Осипов А.В., Самышкин В.Д. Способ аэрозольного распыления наночастиц в постоянном электрическом поле // Патент 2756323 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 28.
5. Охлупин Д.Н., Королев А.В., Синев И.В. и др. Способ получения аморфного наноструктурированного алмазоподобного покрытия // Патент 2757303 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
6. Шишкин Р.А., Кисев В.М., Сажин О.В. Полимерная композиционная теплопроводная паста с нановолокнистым модификатором // Патент 2757253 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 29.
7. Дителева А.О., Кукушкин Д.Ю., Савкин А.В., Слепцов В.В. Установка для электроимпульсного управляемого получения наночастиц токопроводящих материалов // Патент 2756189 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 28.

## ОБЗОР ИЗОБРЕТЕНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

8. Солдатенков Ф.Ю., Малевская А.В. Фотоэлектрический преобразователь // Патент 2756171 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 28.
9. Ефимов В.Б., Межов-Деглин Л.П., Лохов А.В. Устройство для получения наночастиц из газов и паров жидкостей при сверхнизких температурах // Патент 2756051 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 27.
10. Ли Да, Цзинь Хэуа, Ли Цинвэнь и др. Сборное устройство и производственная система // Патент 2755803 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 27.
11. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Разумеев К.Э., Феоктистова В.М., Прокопьев П.С. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Т. 13, № 5. С. 311–318. <https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-5-311-318>.
12. Михеев Г.М., Когай В.Я.-С., Стяпшин В.М., Могилева Т.Н. Способ изготовления поляризационно-чувствительной нанокompозитной плёнки на основе селенида меди // Патент 2758150 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 30.
13. Дубовик А.Ю., Куршанов Д.А., Рогач А., Арефина И.А. Способ изготовления индикаторных микрокапсул с использованием магнитных и плазмонных наночастиц // Патент 2758098 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 30.
14. Аксельссон О., Сансоне А. Химические соединения для покрытия наноструктур // Патент 2757904 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 30.
15. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Писаренко Ж.В., Нгуен К.Т., Муминова С.Р. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть IV // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Том 13, № 4. С. 242–251. DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-4-242-251.
16. Горайнов Г.И., Горайнов А.Г., Саракуз О.Н. Способ получения антифрикционного полимерного композита // Патент 2757862 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 30.
17. Карфидов Э.А., Никитина Е.В., Казаковцева Н.А. и др. Электрохимический способ получения нановолокон металлической меди // Патент 2757750 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 30.
18. Светличный В.М., Ваганов Г.В., Мягкова Л.А. и др. Способ получения термопластичного нетканого материала на основе микро- и нановолокон из ароматических полиэфиримидов // Патент 2757442 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
19. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Бокова Е.С., Деменев А.В., Иванов В.А. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть III // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Том 13, № 3. С. 158–165. DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-3-158-165.
20. Ли Р.И., Псарев Д.Н., Киба М.Р. и др. Композиция для покрытия металлических изделий // Патент 2757271 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
21. Гребенко А.К., Айткуллова А.Д., Красников Д.В., Насибулин А.Г. Способ переноса графена на полимерную подложку // Патент 2757239 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
22. Антишин Д.В., Шалыгина Т.А., Пехотин К.В. Способ получения пироуглеродных покрытий из производных гуанидина // Патент 2756308 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 28.
23. Павлов С.А., Павлов А.С., Максимова Е.Ю. и др. Чувствительный элемент люминесцентного сенсора и способ его получения // Патент 2757012 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 28.
24. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Бокова Е.С., Ишков А.Д., Муминова С.Р. Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. 2020. Том 12, № 6. С. 331–338. DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-6-331-338.
25. Корж И.А. Способ определения температуры горения реакционных многослойных нанопленок с эффектом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Патент 2757067 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
26. Новопащин С.А., Малышев В.А. Способ синтеза антипатогенного углерод-серебряного наноструктурированного порошка // Патент 2755619 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 26.
27. Плотников В.А., Макаров С.В., Богданов Д.Г., Шуткин А.А. Способ создания суспензии на основе детонационного наноалмаза // Патент 2757049 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 29.
28. Куляшова И.Н., Баликова А.Д., Федина Р.А., Бегалиева Р.С. Способ получения модифицированного лигносульфонатного реагента для обработки бурового раствора // Патент 2756820 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 28.
29. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Бокова Е.С., Ишков А.Д., Муминова С.Р. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть I // Нанотехнологии в строительстве. 2021. Том 13, № 1. С. 23–31. DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-1-23-31.
30. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Березкина Н.Г. и др. Способ получения нанопорошка карбида железа // Патент 2756555 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 28.
31. Красильников В.Н., Бакланова И.В., Тютюнник А.П. Способ получения оптического полупроводникового материала на основе нанодисперсного оксида кадмия, допированного литием // Патент 2754888 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 25.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иванов Леонид Алексеевич** – канд. техн. наук, вице-президент Российской инженерной академии, член Международной федерации журналистов, Москва, Россия, L.a.ivanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9513-8712>

**Сюй Ли Да** – д-р философии, профессор, Университет Олд Доминион, Отдел информационных технологий; Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), Норфолк, Вирджиния, США, LXu@odu.edu, <https://orcid.org/0000-0002-3263-5217>

**Разумеев Константин Эдуардович** – д-р техн. наук, проф., советник при ректорате Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия, ker2210@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4308-3363>

**Писаренко Жанна Викторовна** – доктор экономических наук, доцент кафедры управления рисками и страхования экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия, z.pisarenko@spbu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9082-2897>

**Деменев Алексей Владимирович** – канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса, пос. Черкизово, Московская область, Россия, saprmgus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1573-6665>

## ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

Статья поступила в редакцию 02.11.2021; одобрена после рецензирования 29.11.2021; принята к публикации 03.12.2021.