



## Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть IV

Л.А. Иванов<sup>1\*</sup> , Л.Д. Сюй<sup>2</sup> , Ж.В. Писаренко<sup>3</sup> , К.Т. Нгуен<sup>4</sup> , С.Р. Муминова<sup>5</sup> 

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

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

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> Институт Европейских исследований Вьетнамской академии общественных наук, г. Ханой, Вьетнам

<sup>5</sup> Центр Новых Технологий «НаноСтроительство», г. Королев, Московская область, Россия

\*Контакты: 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 проводится в реферативной форме обзор изобретений ученых, инженеров и специалистов из разных стран: России, США, Китая, Белоруссии, Великобритании, Вьетнама, Дании, Кыргызской Республики. 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 модифицирования бетона комплексной добавкой, включающей гидротермальные наночастицы SiO<sub>2</sub> и многослойные углеродные нанотрубки» относится к способам модифицирования бетона вводом комбинации наночастиц с высокой удельной поверхностью в бетонную смесь и может найти применение при изготовлении сборных и монолитных изделий и конструкций зданий и сооружений различного назначения. Наномодифицирование бетона заявленным способом позволяет достичь повышения механических характеристик бетона: прочности при сжатии (25–77% в возрасте 28 сут) и прочности при изгибе, прочности при осевом растяжении, модулей Юнга и сдвига, плотности (до 10%), ускорения твердения в раннем возрасте и скорости набора прочности, снижения водопоглощения и улучшения показателей поровой структуры – показателя размеров пор и показателя однородности дифференциального размера пор, снижения общей капиллярной пористости, повышения морозостойкости. Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: способ получения поликристаллических алмазных пленок; материалы с фазовым переходом для строительства; обзор нано- и микрокапсулирования, солнечный коллектор транспирационного типа; способ получения состава для антимикробного покрытия на основе ассоциатов нанокристаллов сульфида серебра с молекулами метиленового голубого; широкополосное электромагнитное поглощающее покрытие; способ производства сухих строительных смесей; самоорганизующиеся наноструктуры и разделительные мембраны, включающие аквапориновые водные каналы, и способы их получения и применения; способ получения нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаз 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, наномодифицирование бетона, наноалмазные порошки, самоорганизующиеся наноструктуры, наночастицы серебра, нанокompозит.

**БЛАГОДАРНОСТИ:** Данная работа выполнена в рамках проекта РФФИ 21-510-92001 «Расширение доступа России и Вьетнама на мировые рынки в контексте влияния рисков экосистемных финансовых конгломератов и перехода национальных экономик к Индустрии 4.0»

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** 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.

## 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

**Способ модифицирования бетона комплексной добавкой, включающей гидротермальные наночастицы SiO<sub>2</sub> и многослойные углеродные нанотрубки (RU 2750497 C1)**

Изобретение относится к способам модифицирования бетона вводом комбинации наночастиц с высокой удельной поверхностью в бетонную смесь и может найти применение при изготовлении сборных и монолитных изделий и конструкций зданий и сооружений различного назначения [1].

Сырьевая смесь для изготовления сборных и монолитных изделий и конструкций содержит портландцемент, песок, щебень, комплексную добавку и воду, причем в качестве комплексной добавки содержит поликарбоксилатный суперпластификатор, многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) и гидротермальный нанокремнезем при следующем соотношении компонентов, мас. %: портландцемент 14–16; песок 38–40; щебень 41–43; комплексная добавка (относительно цемента) 0,8; суперпластификатор 0,32–0,4; МУНТ 0,00004–0,05; гидротермальные наночастицы SiO<sub>2</sub> 0,000003–0,01; вода (В/Ц = 0,15–0,5) – остальное.

Задача изобретения – улучшение характеристик портландцементных бетонов и структуры геля гидросиликатов кальция применением комплексной добавки, содержащей гидротермальные наночастицы SiO<sub>2</sub> и наночастицы углерода. Наномодифицирование бетона заявленным способом позволяет достичь повышения механических характеристик бетона: прочности при сжатии (25–77% в возрасте 28 сут) и прочности при изгибе, прочности при осевом растяжении, модулей Юнга и сдвига, плотности (до 10%), ускорения твердения в раннем возрасте и скорости набора прочности, снижения водопоглощения и улучшения показателей поровой структуры – показателя размеров пор и показателя однородности дифференциального размера пор, снижения общей капиллярной пористости, повышения морозостойкости. Предложенный способ позволяет улучшить структуру геля гидросиликатов кальция CSH в цементных композиционных материалах за счет высокой удельной площади поверх-

ности и удельной поверхностной энергии наночастиц SiO<sub>2</sub> и наночастиц углерода. Поверхность наночастиц выполняет роль дополнительных центров кристаллизации частиц гидросиликатов кальция и поликонденсации кремнекислородных тетраэдров, способствуя увеличению скорости гидратации алита и образования CSH геля, уменьшению средних размеров и повышению объемной плотности упаковки частиц и механических характеристик в фазах CSH геля, повышению структурной упорядоченности в фазах CSH геля и в частицах гидросиликатов кальция.

**Способ получения поликристаллических алмазных пленок (RU 2750234 C1)**

Изобретение относится к области получения поликристаллических алмазных пленок, которые используются для изготовления теплопроводов, детекторов ионизирующего излучения, инфракрасных окон, упрочняющих и износостойких покрытий на деталях и режущих инструментах.

Поликристаллические алмазные пленки состоят из алмазных кристаллитов, размеры которых, соотношение объемов кристаллической и аморфной фаз существенно влияют на физические свойства таких пленок. Установлено, что уменьшение размеров кристаллитов и соотношения алмазной и аморфной фаз в поликристаллических алмазных пленках позволяет существенно снизить шероховатость ростовой поверхности, что приводит к изменению электрических, оптических и эмиссионных свойств пленок. Как правило, началу роста поликристаллических алмазных пленок (алмазных покрытий) предшествует период, в течение которого на поверхности подложки формируются алмазные затравки («засев»), выполняющие роль центров зародышеобразования алмазной фазы пленки. В качестве алмазных затравок используют преимущественно наноалмазные порошки. Более высокая и равномерная плотность «засева» поверхности подложки алмазными затравками, имеющими минимальный разброс размеров, позволяет снизить размеры кристаллитов алмазных пленок, получить сплошные ультратонкие алмазные пленки с гладкими поверхностями [2].

Способ осуществляется следующим образом. Для нанесения на кремниевую подложку наноалмазного порошка предварительно готовят суспензию из наноалмазного порошка и жидкости и воздействуют на суспензию ультразвуковыми колебаниями мощностью 500–1000 Вт. После этого мощность ультразвуковых колебаний снижают до 250–350 Вт, в суспензию помещают кремниевую подложку и обрабатывают ее в течение времени, при котором происходит осаждение наноалмазных частиц, сопровождающееся их внедрением в поверхность подложки. «Засеянную»

подложку извлекают из суспензии, моют в деионизированной воде и высушивают. Поверхность подложки наблюдают в электронном микроскопе для определения качества «засева». Затем на подложку с наноалмазными порошками осаждают графеновый слой, содержащий 3–10 монослоев графена. После этого подложку с наноалмазными порошками помещают в реактор для осаждения поликристаллического алмазного слоя. Способ нанесения поликристаллических алмазных пленок не ограничивает материал подложки, это могут быть подложки из кремния, молибдена и др. материалов, но предпочтительно в качестве материала подложки берут кремний.

Жидкая среда представляет собой суспензию наноалмазных порошков в жидкости. В качестве жидкости можно использовать ацетон, изопропиловый спирт, этиловый спирт, воду. Концентрация алмазных порошков в суспензии должна обеспечивать необходимое количество алмазной фазы для получения «засева» подложки с необходимой плотностью и обеспечить эффективную дезагрегацию наноалмазных порошков в суспензии. Для «засева» подложки предпочтительно использовать наноалмазные порошки размером 4–10 нм, которые являются оптимальными для получения высокой плотности «засева» подложки и получения пленки с гладкой поверхностью.

#### **Материалы с фазовым переходом для строительства: обзор нано- и микрокапсулирования**

На долю зданий приходится до 40% энергии, потребляемой в мире, и 38% выбросов парниковых газов. За последнее десятилетие прогресс в технологиях, связанных с аккумулярованием тепловой энергии (АТЭ), и использующие материалы с фазовым переходом (МФП) привлекли большое внимание со стороны исследователей, главным образом благодаря своему потенциалу сократить энергопотребление и способствовать применению возобновляемых энергоресурсов, таких как солнечная энергия.

Материалы с фазовым переходом (МФП) – это группа функциональных материалов, назначение которых проявляется в свойствах поглощения, хранения и испускания тепловой энергии в виде скрытой теплоты, известной как энтальпия плавления во время циклов фазовых переходов при рабочих температурах в изотермичных условиях. Технология МФП – одна из наиболее перспективных технологий, доступных для разработки высококачественных и энергоэффективных зданий, вследствие чего она считается одной из самых эффективных и развивающихся научных областей. Главное ограничение МФП – утечки, которые сужают их потенциальное применение в строительстве зданий и других сферах, таких как, например, текстильная промышленность. Данный

недостаток возможно устранить за счет внедрения технологий нано- и микрокапсулирования [3].

В данной работе представлен широкий обзор технологий нано- и микрокапсулирования, которые разделены на три группы, включающие физические, физикохимические и химические методы, а также свойства полученных микрокапсул. Среди всех доступных технологий капсулирования химический метод применяется чаще всего, т.к. он предоставляет лучший технологический подход с точки зрения эффективности капсулирования и улучшенную конструктивную прочность заполняющих материалов. Существует необходимость разрабатывать метод синтезирования микрокапсулированных МФП для достижения повышенной устойчивости конструкций и лучшей изломостойкости, а значит и более долгого срока службы. Содержащаяся в работе собранная база данных о свойствах/рабочих характеристиках МФП и синтезированных различными путями нано- и микрокапсул должна служить в качестве полезной информации для производства нано- и микрокапсул с желаемыми характеристиками для применения в строительстве и дальнейшего совершенствования технологии МФП.

Развитие и применение технологий микрокапсулирования станет выгодным для синтезирования микрокапсул, т.к. они обладают заданными характеристиками, включая улучшенные несущую способность и эффективность капсулирования, повышенные конструктивную прочность и изломостойкость по сравнению с микрокапсулами, полученными в результате микрокапсулирования. Для продвижения устойчивости технологии капсулирования необходимо применять биополимеры, такие как целлюлозу/наноцеллюлозу в качестве облицовочного материала, т.к. подобные полимеры экологически безопасны и доступны в больших количествах.

#### **Солнечный коллектор транспирационного типа (RU 2749242 C2)**

С усовершенствованием строительных конструкций, которое сводится к улучшению воздухопроницаемости зданий, становится все более важным предусмотреть системы вентиляции для постоянного поступления свежего воздуха в здание. Если поступающий свежий воздух холоднее, чем выпускаемый теплый воздух, температура внутри здания может снизиться. Это означает, что может потребоваться отопление здания. Солнечные коллекторы транспирационного типа могут быть использованы для предварительного нагрева воздуха, поступающего в здание, что позволяет уменьшить потребность в нагреве с помощью стандартных систем отопления и обеспечить сокращение затрат. Кроме того, если внешнюю энергию получают из ископаемых энерго-

носителей или с помощью ядерных источников, это обеспечивает значительные экологические выгоды и снижает использование истощаемых ресурсов.

Изобретение относится к солнечному коллектору транспирационного типа, который содержит поглощающую панель, имеющую основу, выполненную из нержавеющей стали, поверхностный слой из оксида хрома на передней поверхности основы и множество сквозных отверстий, образованных в основе и поверхностном слое, причем поверхностный слой имеет толщину, по меньшей мере, 70 нанометров и образует наружную поверхность солнечного коллектора транспирационного типа [4]. А также заявлено здание, содержащее указанный коллектор, установленный на стене или крыше здания таким образом, что поверхностный слой образует наружную поверхность здания, и способ изготовления солнечного коллектора, согласно которому выбирают пластину из нержавеющей стали, содержащую на передней поверхности первоначальный слой оксида хрома, осуществляют химическое или электрохимическое наращивание первоначального слоя оксида хрома на передней поверхности с образованием наращенного слоя оксида хрома, формируют множество сквозных отверстий в пластине и пластину в виде поглощающей панели солнечного коллектора транспирационного типа, а наращенный слой оксида хрома образует наружную поверхность солнечного коллектора транспирационного типа, причем этап химического или электрохимического наращивания первоначального оксида хрома осуществляют до или после этапа формирования множества сквозных отверстий. Изобретение должно снизить потери тепла на излучение в атмосферу, обеспечить защиту от ультрафиолетового света для исключения выцветания и разрушения покрытия, увеличения срока службы.

На рис. показан пример солнечного коллектора транспирационного типа 100. Солнечный коллектор 100 транспирационного типа расположен на наружной стороне 102 здания и содержит поглощающую панель 108 (панель с поглощающим коллектором), установленную на стене 106 здания с помощью скоб (не показаны). В поглощающей панели 108 сформировано множество сквозных отверстий 110 (перфорационных отверстий). Поглощающая панель 108 находится на расстоянии от стены 106 с образованием полости 112 между поглощающей панелью 108 и стеной 106. Полость 112 соединена с воздуховодом 114 системы вентиляции, выполненным с возможностью подачи свежего воздуха во внутреннее пространство 104 здания. При эксплуатации поглощающая панель 108 поглощает солнечное излучение, что обеспечивает нагрев материала поглощающей панели 108. Граничный слой, прилегающий к наружной (передней) поверхности 122 поглощающей панели 108, нагревается по-

глощающей пластиной 108 и втягивается через сквозные отверстия 110 в полость 112 и затем втягивается из полости 112 в выпускной воздуховод 114 с помощью воздушного вентилятора 116. Протекание воздуха через поглощающую панель 108 и систему вентиляции показано стрелками на рис.

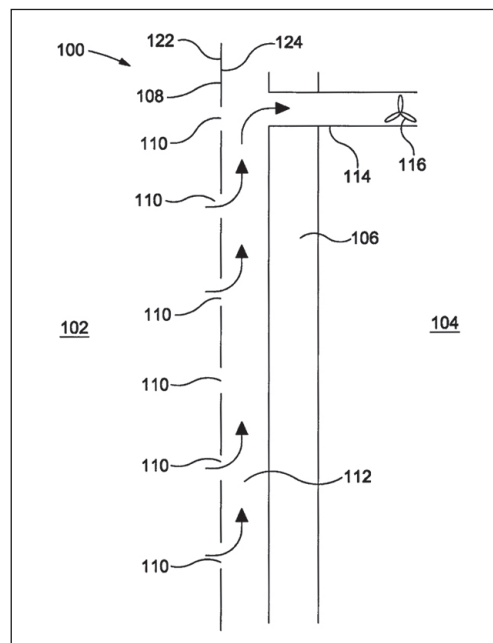


Рис. Пример солнечного коллектора транспирационного типа

#### Способ получения состава для антимикробного покрытия на основе ассоциатов нанокристаллов сульфида серебра с молекулами метиленового голубого (RU 2750232 C1)

Изобретение относится к области получения антимикробных составов, точнее к области получения составов, содержащих нанокристаллы сульфида серебра, для добавок в лакокрасочные материалы и их использования при дезинфекции различных поверхностей.

Общеизвестно, что ионы серебра и некоторых других металлов обладают выраженной способностью инактивировать вирусы некоторых штаммов гриппа, энтеро- и аденовирусов, оказывают значительный терапевтический эффект при лечении ряда вирусных заболеваний человека и животных, особенно при лечении коллоидным серебром, по сравнению со стандартной терапией. Поэтому перспективным подходом к созданию нового поколения антимикробных составов является использование коллоидных наночастиц металлов и полупроводниковых нанокристаллов, а также гибридных ассоциатов на их основе.

Задачей изобретения является разработка способа получения состава для антимикробного покрытия

на основе ассоциатов нанокристаллов сульфида серебра с молекулами метиленового голубого. Гидрофильность получаемого по предлагаемому способу состава позволяет использовать его для обработки поверхностей помещений, а также обеспечивает совместимость с вододисперсионными красками для получения антимикробного действия. Разработанные составы не являются летучими, не обладают запахом, не являются токсичными и остаются длительное время эффективными [5].

Технический результат изобретения достигается тем, что в способе получения состава для антимикробного покрытия на основе ассоциатов нанокристаллов сульфида серебра с молекулами метиленового голубого, включающем синтез нанокристаллов Ag<sub>2</sub>S посредством сливания раствора тиогликолевой кислоты и нитрата серебра при температуре 30°C и при постоянном перемешивании, с последующим покапельным титрованием водным раствором NaOH, а затем добавлением водного раствора сульфида натрия, с дальнейшим перемешиванием, добавлением к раствору в объемном соотношении 1:1 ацетона, центрифугированием, последующим декантированием жидкости, добавлением к осадку растворителя, а также раствора метиленового голубого в 96%-ном этаноле, согласно изобретению, синтез ведут путем добавления к 0,027–0,03 М водному раствору тиогликолевой кислоты 0,0135–0,0154 М водного раствора нитрата серебра при постоянном перемешивании со скоростью 300–600 об/мин при обеспечении молярного соотношения 2:1 соответственно, покапельное титрование ведут 0,1 М водным раствором NaOH до pH = 9, а затем добавляют 0,02–0,023 М водного раствора сульфида натрия с температурой от 15 до 25°C при объемном соотношении раствор тиогликолевой кислоты: раствор нитрата серебра: раствор сульфида натрия – 2:2:1 соответственно, с дальнейшим перемешиванием по меньшей мере в течение 20 минут, осаждают, а также отделяют от водорастворимых продуктов реакции путем центрифугирования со скоростью 5000 об/мин в течение 30 минут, к получившемуся осадку добавляют 50% водно-этанольный раствор, взятый в объеме, равном сумме объемов смешиваемых растворов нитрата серебра, тиогликолевой кислоты и сульфида натрия, использованных для синтеза, приливают раствор метиленового голубого в 96%-ном этаноле.

#### **Широкополосное электромагнитное поглощающее покрытие (RU 2750215 C1)**

Изобретение относится к электромагнитным поглощающим покрытиям, предназначенным для поглощения электромагнитного излучения в объектах наземной, авиационной, космической и морской техники для снижения их радиолокационной заметности,

а также для поглощения электромагнитного излучения в экранирующих устройствах, в поглощающих облицовках и корпусах, в безэховых измерительных камерах и в средствах защиты населения от неионизирующих излучений [6]. Известные электромагнитные поглощающие покрытия основаны на способности поглощения падающего излучения мелкодисперсными составляющими: кластерами ферромагнитных частиц, ферритов и гидrogenизированного углерода.

Задачей заявляемого изобретения является расширение полосы частот поглощения покрытия, а именно повышение максимальной частоты поглощения до  $\approx 700$  ГГц и снижение минимальной частоты поглощения до  $\approx 10$  МГц.

Поставленная задача решается за счет того, что в поглощающей пленке применяют наночастицы медно-никелевого сплава состава 25–50 мас. % Cu, остальное – Ni. При этом повышение максимальной частоты полосы поглощения до  $\approx 700$  ГГц обеспечивается выбором размера наночастиц, равным или меньше толщины скин-слоя на максимальной поглощаемой частоте ( $\approx 400$  нм на частоте 700 ГГц), что обеспечивает широкую полосу частот поглощения электромагнитного излучения потому, что излучение всех частот, равных и меньших максимальной, проникает в объем наночастицы и поглощается в ней, взаимодействуя со всеми фермиевскими электронами наночастицы. Это следствие того, что толщина скин-слоя на частотах, меньших максимальной, больше толщины скин-слоя на максимальной частоте. А снижение минимальной частоты полосы поглощения до  $\approx 10$  МГц обеспечивается благодаря реализации в наночастицах схемы поглощения фотона электромагнитного излучения с участием доминирующего продольного фонона, то есть фонона из области полной ширины на половине максимума (ПШПМ) распределения продольных фононов по частоте. В этой схеме фермиевский электрон возбуждается, поглощая одновременно фотон излучения и доминирующий продольный фонон, а релаксирует, возбуждая вторичный продольный фонон из области ПШПМ. Благодаря тому, что в схеме поглощения участвуют доминирующие фононы, интенсивность поглощения электромагнитного излучения повышена. При этом участие доминирующих фононов обеспечено благодаря тому, что длина волны продольных фононов из области ПШПМ ( $\sim 0,5$  нм) намного меньше размера наночастицы ( $\leq 400$  нм).

#### **Самоорганизующиеся наноструктуры и разделительные мембраны, включающие аквапориновые водные каналы, и способы их получения и применения (RU 2749848 C2)**

Настоящее изобретение относится к самоорганизующимся наноструктурам, образованным

трансмембранными белками, такими как аквапориновые водные каналы (AQP – от англ. aquaporin water channel) и полиалкиленимины (PAI – от англ. polyalkyleneimine), и к фильтрационным мембранам, включающим данные наноструктуры [7]. Настоящее изобретение дополнительно относится к способам получения наноструктур и разделительных мембран, таких как полые волокна и половолоконные модули, и к их применениям.

В целом, настоящее изобретение относится к применению полиалкилениминов (PAI), таких как полиэтиленимин (PEI), для образования самоорганизующихся наноструктур с трансмембранными белками или определенными типами интегральных мембранных белков (белки, образующие поры), такими как аквапориновые водные каналы. Наноструктуры PAI-белок затем можно использовать в получении разделительных мембран, в которых трансмембранные белки иммобилизованы и активны, например, для обеспечения прохождения молекул воды через мембрану. Например, для получения разделительных мембран, включающих трансмембранные белки, самоорганизующиеся наноструктуры могут быть суспендированы в водной жидкой композиции, которая может быть включена в реакцию межфазной полимеризации на полупроницаемой подложке с образованием тонкопленочного композитного активного слоя мембраны, или самоорганизующиеся наноструктуры могут быть включены в фильтрационную мембрану, образованную посредством послойной методики, или в другие типы фильтрационных мембран, имеющих активный селективный слой. Не желая быть связанными какой-либо определенной теорией, считается, что самоорганизующиеся наноструктуры образуются за счет электростатического взаимодействия между положительно заряженными атомами азота, находящимися в молекулах полиалкиленимина, и аминокислотными остатками в трансмембранном белке, которые отрицательно заряжены в условиях (рН, рК и т.д.), используемых для образования наноструктур и/или мембран, содержащих данные наноструктуры.

Таким образом, согласно настоящему изобретению предложены разделительные мембраны, такие как фильтрационные мембраны или TFC мембраны, имеющие AQP, включенные в активный слой, для облегчения транспорта воды, где AQP иммобилизованы в самоорганизующиеся PAI наноструктуры, такие как самоорганизующиеся PEI наноструктуры. Согласно настоящему изобретению дополнительно предложены жидкие композиции, содержащие наноструктуры на основе PAI-белка, которые могут быть включены в активный слой различных разделительных мембран (включая фильтрационные мембраны), таких как на-

нофильтрационные мембраны, мембраны прямого осмоса и мембраны обратного осмоса.

#### **Способ получения алюмооксидного керамического материала, модифицированного наночастицами серебра (RU 2749340 C1)**

Изобретение относится к технологии получения керамики, содержащей наночастицы серебра, которая может применяться в качестве фильтров для обезвреживания воды от болезнетворных бактерий [8]. Известно, бактерицидными свойствами обладают различные материалы, модифицированные серебром, например, композиты, керамика, сталь, фарфор, фаянс. В частности, известно, что бактерицидными свойствами обладают композиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), модифицированные серебром. Особое предпочтение в последние годы уделяется использованию именно наноструктурированного серебра.

Для создания экономичного и промышленно осуществимого процесса получения эффективной керамики, которая может быть применена в качестве фильтров для обезвреживания воды от болезнетворных бактерий, предлагается способ получения алюмооксидного керамического материала, модифицированного наночастицами серебра, осуществляемый в два этапа: первоначальной предварительной обработкой исходного алюминийоксидного керамического материала, имеющего 20–40%-ную пористость, и последующей стадией его импрегнирования, при этом стадия обработки исходного керамического материала включает следующие последовательные стадии – обработку исходного керамического материала ультразвуком, предпочтительно величиной 30 кГц, в течение 15–30 мин, промывку его дистиллированной водой и погружение в концентрированную азотную кислоту на 2–4 часа, затем повторную промывку дистиллированной водой и сушку при температуре 140–160°C, а стадия импрегнирования обработанного керамического материала наносеребром проводится путем погружения обработанного керамического материала в раствор, содержащий 0,004 моля метансульфоната серебра или трифторацетата серебра в 100 мл этиленгликоля, выдерживания его при встряхивании или перемешивании до равномерного распределения раствора по поверхности материала, с последующим добавлением к нему раствора, содержащего 0,002 моля аскорбиновой кислоты в 100 мл этиленгликоля и с последующим выдерживанием импрегнированного материала при встряхивании или перемешивании при комнатной температуре в течение 1–2 часов, промывкой извлеченного керамического материала дистиллированной водой и сушкой его при 70–90°C.

**Способ синтеза нанокompозита Mn–O–C (RU 2749814 C1)**

Изобретение относится к области нанотехнологий – к плазменно-дуговой технологии синтеза нанокompозитных частиц оксида марганца с углеродным покрытием [9]. Изобретение может быть использовано в качестве материала для электродов суперконденсаторов (СК). Суперконденсаторы являются одним из наиболее перспективных источников энергии, т.к. суперконденсаторы одновременно имеют высокую мощность и высокую энергоемкость, чем отличаются от традиционных аккумуляторных батарей и конденсаторов. Высокая энергоемкость суперконденсаторов достигается за счет материала электродов. В качестве электродных материалов СК используют материалы, которые сочетают в себе высокую удельную емкость и длительный срок службы, углеродные наноматериалы, оксиды переходных металлов и проводящие полимеры, Max-phase и MAXene.

Наиболее перспективным оксидом переходного металла для электродов суперконденсаторов считается оксид марганца (MnOx) из-за его высокой удельной емкости (1370 Ф/г), низкой стоимости, распространенности и экологической безопасности. Однако оксиды марганца MnOx имеют низкую стабильность при длительных циклах, что связано, прежде всего, с механизмом накопления заряда MnOx и легирования ионами электролита. Когда марганец переходит из одного состояния окисления в другое, система становится некомпенсированной, что приводит к легированию/депонированию дополнительными ионами из раствора электролита. В ходе этого процесса происходит увеличение/уменьшение межслойного расстояния, что в конечном итоге приводит к быстрому разрушению кристаллической структуры и разрушению материала. Таким образом, оксиды MnOx стабильны только в течение 1000–3000 циклов. Хорошим способом повышения стабильности MnOx является создание композитов с аморфным углеродом или углеродными наноструктурами. В таких композитах углерод действует как матрица, которая удерживает и стабилизирует частицы MnOx во время легирования ионами электролита, а металлы или их соединения – как активные компоненты. Кроме того, углерод предназначен для увеличения электропроводности материала, чтобы уменьшить потери на границе раздела активный материал / токосъемник.

Задачей настоящего изобретения является создание простого и экономичного способа синтеза нанокompозита Mn–O–C с контролируемым составом наночастиц MnOx и степенью графитизации углеродной матрицы, с высокой циклической устойчивостью и высокой электрохимической емкостью для использования в качестве материала электродов

суперконденсаторов. Поставленная задача решается путем сочетания известных способов, а именно плазменно-дуговой синтеза композитного металл-углеродного материала и отжига синтезированного материала в кислородсодержащей среде при атмосферном давлении. При этом получают материал с улучшенными характеристиками, имеющий высокую циклическую устойчивость при достаточно высокой электрохимической емкости, пригодный для использования в качестве материала электродов суперконденсаторов.

**Способ получения нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаз (RU 2749736 C1)**

Изобретение относится к области материаловедения и нанотехнологий, а именно к получению диоксида титана, который может быть использован в водородной энергетике и технологиях очистки воды. Техническим результатом предложенного изобретения является создание способа получения нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаз, в составе продукта с низким содержанием примесных фаз [10].

Предложенный способ получения нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаз включает генерирование титановой электроразрядной плазмы в камеру, предварительно вакуумированную и наполненную кислородсодержащей смесью газов при нормальном атмосферном давлении и комнатной температуре, с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя с титановым стволом и с составным центральным электродом из наконечника из титана и хвостовика из стали, с электрически плавкой переключкой, размещенной между титановым стволом и наконечником, при емкости конденсаторной батареи 14,4 мФ.

Согласно изобретению, генерируют электроразрядную титановую плазму с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя с электрически плавкой переключкой из вазелина массой от 0,10 до 0,25 г, производя распыление плазмы в первую камеру, заполненную газовой смесью аргона и кислорода в соотношении парциальных давлений  $Ar:O_2$  1:4 при зарядном напряжении 2,8 кВ конденсаторной батареи, перемещают нанокристаллическую составляющую синтезированного продукта во вторую, предварительно вакуумированную камеру, открывая перепускной клапан между камерами через 10 секунд после генерации электроразрядной плазмы, после чего собирают с внутренних стенок второй камеры полученный диоксид титана со структурой анатаз.

При разрядке емкостного накопителя энергии между титановым наконечником центрального электрода и титановым стволом ускорителя происходит

иницирование дугового разряда, вследствие чего электрически плавкая перемычка из вазелина переходит в плазменное состояние. В процессе горения дугового разряда происходит электроэрозионная наработка титаносодержащего прекурсора с внутренней поверхности цилиндрического электропроводящего титанового ствола. Плазменный поток ускоряется до гиперзвуковых скоростей, и эродированный титан участвует в плазмохимической реакции с кислородом первой камеры, что обеспечивает образование нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаз. Отделение синтезированного нанокристаллического анатаза от крупнодисперсного рутила обеспечивается путем открытия перепускного клапана и сбором продукта из второй камеры. Преимуществом такого способа является использование водородсодержащей электрически плавкой перемычки, поскольку вазелин, помимо минерального масла, содержит твердые парафиновые углеводороды. Перемычка из вазелина разогревается, плавится, и содержащийся в ее составе водород выделяется и способствует увеличению скорости течения плазменной струи. Предложенный способ позволил получить продукты с содержанием нанокристаллического анатаза от 83,2 до 85,7 мас. % со средним размером частиц до 100 нм.

#### **Эпоксидная композиция холодного отверждения (RU 2749379 C2)**

Изобретение относится к области создания эпоксидных композиций холодного отверждения в качестве основы клеев, герметиков и компаундов для герметизации и ремонта изделий из различных материалов и обладающих повышенными прочностными и деформационными свойствами при эксплуатации в широком интервале температур эксплуатации, в том числе в условиях Арктики и Крайнего Севера. Улучшение деформационно-прочностных свойств эпоксидных композиций, отверждаемых при комнатной температуре, является актуальной задачей.

Сущность изобретения поясняется примером [11]. Эпоксиуретановый олигомер SKU-1400-3A синтезируется двухстадийным способом: на первой стадии проводится реакция олиготетраметиленоксиддиола с молекулярной массой 1400 (торговая марка полифуриг 1400) и 2,4-толуилдиизоцианата, взятого в двойном избытке по отношению к стехиометрии. В результате реакции, проходящей при 80°C в условно герметичном реакторе, снабженном механической мешалкой и рубашкой для обогрева, в течение 5–6 часов при перемешивании получается олигоэфируретандиизоцианат (уретановый форполимер с функциональными изоцианатными группами) с содержанием свободных изоцианатных групп 4–4,7–4,8%. На второй стадии полученный продукт взаимодействует в ука-

занном выше реакторе при 80°C в течение 5–6 час при перемешивании с глициолом, взятым в двойном избытке по отношению к стехиометрии. Конечный продукт олигомер SKU-1400-3A представляет собой густую вязкую прозрачную жидкость и имеет содержание свободных эпоксидных групп 4,2–4,85%.

При синтезе контроль достижения постоянного содержания изоцианатных групп на первой стадии проводится методом обратного титрования в соответствии с ТУ-113-03413-89, а содержание свободных эпоксидных групп на второй стадии определяется методом обратного титрования согласно ГОСТ 12497-78.

Приготовление эпоксидной композиции проводится в указанном выше реакторе при последовательном загрузении и постоянном перемешивании компонентов: 100 мас.ч. эпоксидной диановой смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-90), 4 мас.ч. пластификатора, олигомера SKU-1400-3A. В смесь введенных в реактор компонентов всыпают 0,6 мас.ч. наноматериала, после чего смесь диспергируют путем ультразвукового воздействия с помощью установки Bandelin Sonopuls HD-3200 (ISO 9001/12.2000) в течение 2 мин при частоте 22 кГц.

#### **Способ получения композиционного сорбента для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов (RU 2750034 C1)**

Изобретение относится к химической промышленности, а именно к способам получения композиционных сорбентов, содержащих хитозан, предназначенных для извлечения ионов тяжелых металлов сорбцией из растворов различного состава, образующихся в результате проведения разнообразных технологических процессов, и может быть использовано для совершенствования мембранных и сорбционных технологий, в водоподготовке, при разработке технологий утилизации ионов тяжелых металлов из водных растворов и сточных вод различной природы [12].

Техническим результатом изобретения является сокращение времени набухания хитозана в 1% растворе уксусной кислоты и повышение сорбционной емкости сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов. Указанный результат достигается тем, что в способе получения композиционного сорбента для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов, заключающемся в смешении раствора хитозана в 1% уксусной кислоте с дисперсией армирующего материала в дистиллированной воде, интенсивном перемешивании и постепенном добавлении эпихлоргидрина в качестве сшивающего агента и перемешивании до его полного включения в реакционную смесь, последующем капельном введении приготовленной смеси в водный раствор триполифосфата натрия с концентрацией 0,05 М при перемешивании,

выдерживании в нем образовавшихся микросфер, при микроволновом облучении мощностью 300 Вт с частотой 2,45 ГГц и температуре 25–40°C в течение 15–25 мин с последующим их отделением от дисперсионной среды и тщательной промывкой дистиллированной водой от непрореагировавшего триполифосфата натрия, согласно изобретению, в качестве армирующего дисперсного материала используют углеродные нанотрубки «Таунит-М», а в раствор хитозана дополнительно вводят раствор желатина при массовом отношении желатин : хитозан 1:5 – 1:3, при этом массовое отношение армирующего дисперсного материала и смеси хитозана с желатином составляет 1:10 – 1:2, а перемешивание раствора хитозана в 1% уксусной кислоте производят в течение 20–30 мин с последующей обработкой ультразвуком в течение 10–20 мин и набуханием в покое без перемешивания в течение 30–40 мин.

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

- Износостойкий и стойкий отделочный материал и способ его получения [13].
- Разработан состав краски или покрытия, который позволяет подавлять микробную коррозию в металлических поверхностях [14].
- Графен, модифицированный атомами азота, и способ его приготовления [15].
- Способ выращивания нитевидных кристаллов кремния [16].
- Сырьевая смесь для изготовления крупноразмерной заготовки сверхтвердого композитного материала [17].
- Способ получения многослойных износостойких алмазоподобных покрытий [18].
- Техническое решение по очистке воды на основе применения контактного фильтра, содержащего частицы биоактивного углерода. Позволяет более тщательно удалять загрязняющие вещества, может эффективно обрабатывать загрязненные поверхностные воды, для применения во всех отраслях промышленности во Вьетнаме [19].
- Способ формирования наноструктурированных композитных материалов [20].

- Способ получения спеченных изделий из одноосно спрессованных электроэрозионных нанодисперсных порошков свинцовой бронзы [21].
- Электрохимический способ получения нановискозоксида меди [22].
- Теплоизоляционный материал на основе аэрогеля с возможностью введения в состав конечного продукта наноматериалов [23].
- Описана стадия химического модифицирования графена – функционализация – и его применение [24].
- Защищающая от излучения ближнего инфракрасного диапазона прозрачная стеклокерамика [25].
- Способ получения наночастиц оксида меди (II) [26].
- Металлические пигменты с антикоррозийными покрытиями на основе алюминия и/или его сплавов [27].
- Способ производства сухих строительных смесей [28].
- Способ получения композиционного металл-дисперсного покрытия [29].
- Полезная модель. Новая экологичная стеновая доска из бамбуковой древесной муки, отличающаяся тем, что корпус стенового щита изготовлен на основе полимерной нанотехнологии. Обладает свойством огнестойкости, водонепроницаемости, защиты от моли и коррозии, обладает теплоизоляционным эффектом, улучшает эксплуатационные характеристики и уровень комфорта зданий [30].
- Способ получения наноструктурированного материала для анодов металл-ионных аккумуляторов [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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапов В.В., Полонина Е.Н., Леонович С.Н., Жданок С.А. Способ модифицирования бетона комплексной добавкой, включающей гидротермальные наночастицы SiO<sub>2</sub> и многослойные углеродные нанотрубки // Патент 2750497 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
2. Полушин Н.И., Маслов А.Л., Лаптев А.И. Способ получения поликристаллических алмазных пленок // Патент 2750234 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 18.
3. Сиванатхан А., Доу Ц., Ван Ю., Ли Ю., Коркер Дж., Джоу Ю., Фэн М. (2020). Материалы с фазовым переходом для строительства: обзор наномикрокапсулирования // *Nanotechnology Reviews*. – 9(1). – 896–921. – <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/ntrev-2020-0067/html>.
4. Блауэр Э.Д., Холл Р. Солнечный коллектор транспирационного типа // Патент 2749242 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 16.

## ОБЗОР ИЗОБРЕТЕНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

5. Овчинников О.В., Смирнов М.С., Перепелица А.С. и др. Способ получения состава для антимикробного покрытия на основе ассоциатов нанокристаллов сульфида серебра с молекулами метиленового голубого // Патент 2750232 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 18.
6. Молдосанов К.А., Лелевкин В.М Широкополосное электромагнитное поглощающее покрытие // Патент 2750215 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 18.
7. Спутьбер М., Тшаскус К. Самоорганизующиеся наноструктуры и разделительные мембраны, включающие аквапориновые водные каналы, и способы их получения и применения // Патент 2749848 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 17.
8. Глушко В.Н., Садовская Н.Ю., Блохина Л.И., Малозовская М.С. Способ получения алюмооксидного керамического материала, модифицированного наночастицами серебра // Патент 2749340 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 16.
9. Смовж Д.В., Сахапов С.З., Юрченкова А.А. и др. Способ синтеза нанокompозита Мп-О-С // Патент 2749814 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 17.
10. Сивков А.А., Вымпина Ю.Н., Никитин Д.С. и др. Способ получения нанокристаллического диоксида титана со структурой анатаза // Патент 2749736 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 17.
11. Стрельников В.Н., Сеничев В.Ю., Слободянюк А.И. и др. Эпоксидная композиция холодного отверждения // Патент 2749379 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 16.
12. Никифорова Т.Е., Козлов В.А. Способ получения композиционного сорбента для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов // Патент /2750034 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 18.
13. Иванов Л.А., Сюй Л.Д., Писаренко Ж.В., Ванг Ц., Прокопьев П.С. Изобретения ученых, инженеров и специалистов из разных стран в области нанотехнологий. Часть II // Нанотехнологии в строительстве. – 2021. – Том 13, № 2. – С. 79–89. – DOI: [10.15828/2075-8545-2021-13-2-79-89](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-2-79-89).
14. González P., Ivon C., Raúl F., Ricardo H., Del Campo V. Наноструктурированная краска для уменьшения микробной коррозии. EP309423237. Европейское патентное ведомство (ЕПВ) Номер публикации 3725740. Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=EP309423237&cid=P10-KQZD4R-33894-1>
15. Чесноков В.В., Пармон В.Н., Чичкань А.С. Графен, модифицированный атомами азота, и способ его приготовления // Патент 2750709 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
16. Свайкат Н. Способ выращивания нитевидных кристаллов кремния // Патент 2750732 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
17. Мальчуков В.В., Мецкер Е.А., Андрианов М.А. Сырьевая смесь для изготовления крупноразмерной заготовки сверхтвердого композитного материала, крупноразмерная заготовка сверхтвердого композитного материала и способ ее получения // Патент 2750448 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.
18. 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](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-1-23-31).
19. Труонг К. Н. Биоконтактные фильтрационные резервуары, системы очистки воды и методы очистки загрязненных источников воды. VN1/070771. 2020. Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=VN308555523>.
20. Клинов Д.В. Способ формирования наноструктурированных композитных материалов // Патент 2749020 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 16.
21. Агеева Е.В., Агеев Е.В., Переверзев А.С. Способ получения спеченных изделий из одноосно спрессованных электроэрозионных нанодисперсных порошков свинцовой бронзы // Патент 2748659 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 16.
22. Вакарин С.В., Семерикова О.Л., Косов А.В. и др. Электрохимический способ получения нановискеров оксида меди // Патент 2747920 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 14.
23. Иванов Л.А., Ишков А.Д., Писаренко Ж.В., Ванг Ц., Прокопьев П.С. Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть IV // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 5. – С. 275–284. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-5-275-284](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-5-275-284).
24. Нгуен К., Нгуен П. Химически функционализированный графен и его применение // Патент США. US284281968. Номер публикации 20200056081. 2020. Режим доступа: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=US284281968>
25. Дейнека М.Д., Коль Д., Патил М.Д. Защищающая от излучения ближнего инфракрасного диапазона прозрачная стеклокерамика // Патент 2747856 РФ МПК С2. 2021. Бюл. № 14.
26. Зеленов В.И., Андрийченко Е.О., Бовыка В.Е. Способ получения наночастиц оксида меди (II) // Патент 2747435 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 13.
27. Гаршев А.В., Путляев В.И., Евдокимов П.В. и др. Металлические пигменты с антикоррозийными покрытиями на основе алюминия и/или его сплавов // Патент 2746989 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 12.
28. 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](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-6-331-338).
29. Есаулов С.К., Есаулова Ц.В. Способ получения композиционного металл-дисперсного покрытия, дисперсная система для осаждения композиционного металл-дисперсного покрытия и способ ее получения // Патент 2746863 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 12.
30. Кюю Ч. Новая экологичная стеновая доска из бамбуковой древесной муки. CN212926688U. Worldwide applications. 2020. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/CN212926688U/en?q=nanotechnology+&after=priority:20200101&status=GRANT&page=4>.
31. Столярова С.Г., Окопруг А.В., Булушева Л.Г. Способ получения наноструктурированного материала для анодов металл-ионных аккумуляторов // Патент 2751131 РФ МПК С1. 2021. Бюл. № 19.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иванов Леонид Алексеевич**, канд. техн. наук, вице-президент Российской инженерной академии, член Международной федерации журналистов; г. Москва, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9513-8712>, e-mail: [L.a.ivanov@mail.ru](mailto:L.a.ivanov@mail.ru)

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

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

**Нгуен Кан Тоан**, доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института европейских исследований, Вьетнамской академии общественных наук, Ханой, Вьетнам, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8709-2283>, e-mail: [okabc007@gmail.com](mailto:okabc007@gmail.com)

**Муминова Светлана Рашидовна**, канд. техн. наук, доцент, Руководитель группы по внешним связям, Центр Новых Технологий «НаноСтроительство», г. Королев, Московская область, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5236-607X>, e-mail: [it.rguts@mail.ru](mailto:it.rguts@mail.ru)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 28.06.2021.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 02.08.2021.

Статья принята к публикации: 05.08.2021.