



## Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть V

Л.А. Иванов<sup>1\*</sup> , Л.Д. Сюй<sup>2</sup>, Е.С. Бокова<sup>3</sup> , А.Д. Ишков<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> Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (РГУ им. А.Н. Косыгина), г. Москва, Россия,

<sup>4</sup> Московский государственный строительный университет (Национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

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

\*Контакты: e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

**РЕЗЮМЕ:** В статье проводится в реферативной форме обзор изобретений. 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 производства сухих строительных смесей» относится к производству строительных материалов, конкретнее к производству сухих строительных смесей (ССС) методом совместной механоактивации цемента и доломита, с последующей модификацией сухих строительных смесей углеродными наноструктурами (УНТ). Техническим результатом данного способа смешения УНТ с основным компонентом сухих строительных смесей – цементом – удалось достичь использования микроскопических (0.005%) количеств УНТ в составе СССР. Тем самым удалось добиться снижения производственной себестоимости получаемой смеси. Более того, благодаря повышению прочности, более быстрому твердению материалов появляется возможность сократить их расход, что является дополнительным фактором снижения производственной себестоимости смесей.

Результаты, полученные после применения механоактивации базовых компонентов смесей, отличались практически по всем показателям от смесей, приготовленных при простом перемешивании. Увеличились на 10–15% значения прочности на сжатие и на изгиб, адгезионная прочность. Также при увеличении прочностных характеристик уменьшился такой важный показатель для СССР, как воздухопроницаемость. Уменьшение общего объема пор в плотной структуре цементной матрицы резко снизило скорость диффузии влаги.

Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: способ лазерной наплавки металлических покрытий, смесь для нанесения финишного асфальтного покрытия, высокорегенированное асфальтное покрытие (РАП), устройство для нанесения наночастиц оксидов металлов на металлическую поверхность при нормальных условиях, многофункциональная наноструктурированная добавка к покрытиям, экспериментальная оценка цементного раствора с использованием наноксидных соединений, состав для устройства конструктивных слоев дорожных покрытий, способ получения композитных пленок, состоящих из нановолокон, нанопроектирование строительных материалов при помощи моделирования молекулярной динамики, литая и самоуплотняющаяся бетонная смесь для производства монолитного бетона и сборных изделий из железобетона, способ получения фотокатализатора на основе нанотубулярного диоксида титана и др.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нанотехнологии в строительстве, наночастицы, наноструктуры, наночастицы, нановолокна, наноматериалы.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** 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.

## 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 производства сухих строительных смесей (RU 2735004 C1)

Изобретение относится к производству строительных материалов, конкретнее к производству сухих строительных смесей методом совместной механоактивации цемента и доломита, с последующей модификацией сухих строительных смесей углеродными наноструктурами [1]. Задачей изобретения является сокращение количества химических добавок при сохранении нормируемых показателей физико-химических свойств и улучшении удобоукладываемости смеси. Данная задача решается за счет способа производства сухих строительных смесей, включающего совместную механоактивацию цемента или материалов на его основе с добавкой доломита 30%, при помощи дезинтегратора Хинта с последующей модификацией углеродными нанотрубками в многокамерном смесителе-дозаторе, работающем по принципу «из меньшего в большее», оптимальное содержание которых составляет 0,005%, при этом перемешивание углеродных нанотрубок с цементом происходит в 4 этапа: 0,005 г УНТ на 100 г цемента, 100 г цемента с УНТ на 1 кг цемента, 1 кг цемента с УНТ на 10 кг цемента, 10 кг цемента с УНТ на 100 кг цемента, полученная смесь как суперконцентрат используется для приготовления основной смеси: 100 кг цемента с УНТ смешиваются с 2000 кг сухой строительной смеси в основном смесителе, далее вновь полученная смесь проходит механоактивацию в дезинтеграторе Хинта, где осуществляется ее измельчение и гомогенизация. Техническим результатом данного способа смешения УНТ с основным компонентом сухих строительных смесей — цементом — удалось достичь использования микроскопических (0,005%) количеств УНТ в составе ССС. Тем самым удалось добиться снижения производственной себестоимости получаемой смеси. Более того, благодаря повышению прочности, более быстрому твердению материалов появляется возможность сократить их расход, что является дополнительным фактором снижения производственной себестоимости смесей.

Производство строительных смесей данной серии базируется на двух основных принципах, последовательно дополняющих друг друга — механоакти-

вация базовых компонентов смесей и последующая их модификация углеродными наноструктурами. Сочетание двух факторов, определяющих структуру и свойства конечного продукта, позволило максимально использовать возможности компонентов, составляющих строительные смеси. Результаты, полученные после применения механоактивации базовых компонентов смесей, отличались практически по всем показателям от смесей, приготовленных при простом перемешивании. Увеличились на 10–15% значения прочности на сжатие и на изгиб, адгезионная прочность. Также при увеличении прочностных характеристик уменьшился такой важный показатель для ССС, как воздухопроницаемость. Уменьшение общего объема пор в плотной структуре цементной матрицы резко снизило скорость диффузии влаги.

### Способ лазерной наплавки металлических покрытий (RU 2735481 C1)

Целью изобретения является повышение производительности процесса наплавки и эксплуатационных характеристик железоуглеродистых сплавов, в частности улучшения их антифрикционных свойств, износостойкости и твердости в условиях воздействия высоких и сверхвысоких температур за счет образования на поверхности сплавов слоя из смеси нитридов бора и титана заданной регулируемой толщины с использованием серийно выпускаемых компонентов и промышленного оборудования [2].

Поставленная цель достигается тем, что на металлическую поверхность наносится препрег на основе полиамидной ткани, например, капроновой марки 22059, пропитанной коксующимся полимерным составом. Препрег под воздействием температуры 1250÷1350°C, создаваемой лазерным лучом, деструктурирует, высвобождая высокоактивные атомы бора, титана, азота и углерода, которые вступают в реакцию в среде пористого кокса, образуя смесь близких по температуре плавления нитридов титана и бора с примесями термостойких карбидов. Затем температуру повышают до 1600÷1800°C. При этом кокс и примеси деструктурируют, на поверхности железоуглеродистого сплава остается более легкий слой твердых частиц, температура плавления которых близка к 3000°C. Толщина защитного слоя регулируется количеством слоев препрега. Нанесение состава на полиамидную ткань регулируется вязкостью его раствора и скоростью протяжки ткани на пропиточной машине.

### Смесь для нанесения финишного асфальтного покрытия. Высокорегенированное асфальтное покрытие (РАП)

В данном изобретении основное связующее было модифицировано воском (Sasobit) для снижения

общего количества токсичных выбросов, что также означает снижение энергопотребления в процессе выполнения дорожных работ. Количество воска в асфальтовой смеси варьировали. Установлено, что оптимальным количеством воска Sasobit, добавленного к связующему, является 3%. При этом увеличивается вязкость смеси, гидрофильность и сила адгезионного сцепления. В состав смеси входили как традиционные, так и модифицированные воском связующие, разное количество регенерируемого асфальтного покрытия (РАП), а также наностекловолокна. Содержание РАП в смеси составляло до 80%. Введение в связующее такого большого количества РАП проводили совместно с растительными жирами в количестве 5% по отношению к связующему. Результаты эксперимента показали, что использование смеси, модифицированной 70% РАП, приводит к значительному увеличению эксплуатационных характеристик по сравнению с традиционными смесями. Наностекловолокна вводятся для армирования связующего и улучшения свойств смесей. Оптимальное содержание нановолокна составляет 0,3%. Данное изобретение может стать новым методом в дорожном строительстве.

#### **Устройство для нанесения наночастиц оксидов металлов на металлическую поверхность при нормальных условиях (RU 2733530 C1)**

Изобретение относится к области масс-спектрометрии и может найти широкое применение при решении аналитических задач органической и биорганической химии, иммунологии, биотехнологии, криминалистике, протеомике, метаболомике и медицины, метабономики и посттрансляционной модификации. Устройство для нанесения наночастиц оксидов металлов на металлическую поверхность при нормальных условиях выполнено в виде коаксиально расположенных капилляров, ориентированных вертикально. По внутреннему металлическому капилляру подается раствор (суспензия наночастиц), к этому же капилляру прикладывается напряжение от высоковольтного источника питания. С торца этого капилляра происходит бескапельное электрораспыление наночастиц при нормальных условиях. Коаксиальный внешний капилляр имеет внутренний диаметр больше внешнего диаметра внутреннего капилляра. Излишки нераспыленного раствора, смачивающие внешнюю стенку внутреннего капилляра, вместе с лабораторным воздухом откачиваются воздушным насосом через зазор между коаксиальными капиллярами [4].

Технический результат — металлическая поверхность мишени MALDI находится при комнатной температуре, пары растворителя эффективно удаляются из области нанесения наночастиц на мишень,

пятна наночастиц на мишени требуемых размеров получаются без применения трафаретов, и их границы строго ограничены, диаметр капилляра, по которому поступает раствор, увеличен, что позволяет использовать наночастицы с широким распределением по размерам. Отсутствие микрокапель раствора в процессе распыления позволяет получить механически устойчивые к истиранию покрытия наносимых оксидов металлов, что позволяет проводить многократные эксперименты с мишенью.

#### **Многофункциональная наноструктурированная добавка к покрытиям (RU 2733526 C1)**

Изобретение относится к составам многофункциональных наноструктурированных добавок к покрытиям, таким как лаки, краски, эмали, с целью предотвращения процессов коррозии и биообрастания подводных частей судов и морских сооружений. Сущность: многофункциональная добавка к покрытиям содержит, % масс.: ингибитор коррозии и органический биоцид в мольном соотношении 0,5–2,0/5,0–10,0, проводящий полимер 10,0–40,0, наночастицы меди или цинка 2,0–10,0, алюмосиликатные нанотрубки — остальное до 100. При этом алюмосиликатные нанотрубки интеркалированы ингибитором коррозии и органическим биоцидом и покрыты слоем проводящего полимера с наночастицами меди или цинка по поверхности полимерного слоя [5].

Достижимый технический результат заключается в обеспечении интеркалирования ингибитором коррозии и органическим биоцидом алюмосиликатных нанотрубок и покрытия указанных нанотрубок слоем проводящего полимера с наночастицами меди или цинка по поверхности. Описываемая добавка обладает сродством к водным и органическим средам, легко диспергируется и может быть использована в любых видах покрытий.

#### **Экспериментальная оценка цементного раствора с использованием наноксидных соединений**

Исследователи пристально изучают цементобетон и цементные растворы с целью улучшения их механических и других характеристик, так как строительные материалы широко используются в строительстве во всем мире. Важна не только механическая прочность, но и другие свойства и характеристики, такие как: долговечность, химическая стойкость, стойкость к атмосферным воздействиям. Все эти характеристики считаются важными при рассмотрении качества строительных материалов. Стратегия заключается в сокращении расхода цемента за счет улучшения его характеристик/свойств или использовании альтернативных материалов. Данная стратегия будет способствовать сохранению природных ресур-

сов, а также снижению его воздействия на парниковый эффект для защиты окружающей среды. Несмотря на то, что результаты экспериментов до сих пор не обработаны досконально, наноматериалы — одни из главных перспективных решений, включающих нанокремнезем, наноалюминий, оксиды нанотитана. В данном изобретении попытались найти оптимальный процент наноматериалов в цементном растворе для максимальной прочности на сжатие. Пропорция цементного песка составляла 1:3, отношение воды к вяжущему веществу 0,5, пластификатор отсутствовал. Экспериментально исследовались влияние наноZnO, нанокремнезема и наноалюминия на механические свойства цементного раствора. Испытания прочности на сжатие проводились с целью изучения влияния наночастиц на механические свойства цементного раствора. Результаты данных испытаний показали, что все исследуемые наночастицы способны улучшить прочность и механические свойства бетона. Нанооксиды цинка могут увеличить прочность до 1%, наноалюминий и нанокремнезем могут быть использованы для увеличения прочности до 1,5% [6].

#### **Состав для устройства конструктивных слоев дорожных покрытий (RU 2726102 C1)**

Изобретение относится к области дорожного строительства и может быть использовано для устройства конструктивных слоев дорожных покрытий [7]. Состав для устройства конструктивных слоев дорожных покрытий содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: песок из отсевов дробления фракции 0–5 мм — 77–81; в качестве минерального вяжущего портландцемент с минеральными добавками (класс прочности — 32,5, быстротвердеющий) — 10–6; вода — 13. Сверх 100% содержится полимерный композит, мас. %, — 0,3–0,5, который представляет собой коллоидный раствор высокомолекулярного поверхностно-активного вещества (продукта полиальдольной конденсации ацетальдегида) с добавками калиевых и натриевых солей метакремниевой кислоты. Технический результат заключается в повышении предела прочности при сжатии и предела прочности на растяжение при изгибе. Достижение указанного технического результата обусловлено образованием комплексных соединений при взаимодействии полимерного композита с ионами жидкой фазы цементно-полимерной системы. Использование полимерного композита в составе дорожно-строительного материала позволяет повысить предел прочности при сжатии и предел прочности на растяжение при изгибе.

Характеристика исходных материалов:

1. Песок из отсевов дробления по ГОСТ 31424-2010 фракции 0–5 мм.

2. Минеральное вяжущее — портландцемент с минеральными добавками по ГОСТ 31108-2016: тип ЦЕМ II; класс прочности — 32,5; быстротвердеющий.

3. Полимерный композит в виде коллоидного раствора высокомолекулярного поверхностно-активного вещества (продукта полиальдольной конденсации ацетальдегида) с добавками калиевых и натриевых солей метакремниевой кислоты (ПАВ синтезирован в воде при 80°C; массовое соотношение ПАВ: натриевая соль: калиевая соль — 1:1:0,5).

4. Вода по ГОСТ 23732-2011.

Разработка состава для дорожного строительства проводилась в соответствии с ГОСТ 23558-94 путем подбора оптимального количества вяжущего в процентах от массы песка из отсевов дробления с учетом его оптимальной влажности. Основными критериями оценки оптимальности состава являлись прочностные характеристики и значения коэффициентов морозостойкости.

#### **Способ получения композитных пленок, состоящих из нановолокон (RU 2733457 C1)**

Изобретение относится к области нанотехнологии, материаловедения и может быть использовано при конструировании мембран, подложек, фильтров [8]. Предлагаемый способ получения пленки из нановолокон заключается в том, что готовят растворы двух или более полимеров, проводят формование нановолокон полимеров методом электроспиннинга и формируют пленку из смеси нановолокон. Согласно изобретению, для электроспиннинга используют сосуд с жидкостью, в которой не растворяется ни один из полимеров. В этот сосуд погружен также противоэлектрод. Электроспиннинг осуществляют путем подачи напряжения между сосудом и электродом и распыления каждого раствора полимера отдельно из металлического капилляра в сосуд с образованием взвеси нановолокон полимеров в указанной жидкости. Далее взвесь перемешивают гомогенизатором, после чего осуществляют формование пленки путем удаления жидкости. Распыление растворов полимеров в сосуд с жидкостью может осуществляться последовательно или одновременно. Кроме того, удаление жидкости может осуществляться путем осаждения нановолокон на фильтре или путем высушивания. Изобретение позволяет формировать пленки из нановолокон полимеров различной природы и химического состава.

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в обеспечении возможности получения пленок, состоящих из комбинации различных типов нановолокон, например, нановолокон полилактида и полисахарида, которые не растворяются в одном общем растворителе и которые нельзя сформовать из раствора смеси полимеров.



Данный способ позволяет получать многокомпонентные пленки из большого числа различных полимеров. Для каждого полимера или группы полимеров подбирают «плохой растворитель», в котором полимер нерастворим или плохо растворим. Например, для белковых пленок «плохими растворителями» являются спирты — этанол или изопропанол. Далее в сосуд с «плохим растворителем» (в качестве противоэлектрода) распыляются отдельно каждый из растворов полимеров в индивидуальном растворителе (причем они могут быть несовместимыми) с формированием нановолокон и формированием взвеси этих нановолокон в «плохом растворителе». Далее взвесь после гомогенизации используется для формирования нановолокнистой пленки.

#### **Нанопроектирование строительных материалов при помощи моделирования молекулярной динамики**

Исследованиям моделирования молекулярной динамики уделяется много внимания. Главная цель — понять микроскопические физические и химические процессы, т.к. это связано с макроскопическим сопротивлением материалов. В данном изобретении моделирование молекулярной динамики выполняется для определения фундаментального механизма деформации в различных строительных материалах, включая бетон и цемент, волокнисто-наполненные полимеры и связанные с ними системы связующих с наноинженерным подходом. Данный подход в моделировании молекулярной динамики вскрывает микроскопические физические и химические процессы. Моделирование позволяет обнаружить информацию о молекулах и механизмах деформации в указанных строительных материалах, а также связанных поверхностях соприкосновения с другими материалами. Исследуется интеграция моделирования на наноуровне с методом конечных элементов на макроуровне, предполагается, что эффект от такой интеграции достаточно велик. Знания о строительных материалах на наноуровне могут быть получены с использованием наноинженерного метода, ввиду этого, может стать доступной возможность тщательного определения их структурных свойств и механического поведения. Это моделирование молекулярной динамики, особенно понимание структур и взаимодействий, перспективны для улучшения и обновления строительных материалов [9].

#### **Литая и самоуплотняющаяся бетонная смесь для производства монолитного бетона и сборных изделий из железобетона (RU 2725559 C1)**

Изобретение относится к строительным материалам, в частности, к литым и самоуплотняющимся

бетонным смесям, и может быть использовано при изготовлении монолитных и сборных бетонных и железобетонных строительных изделий и конструкций широкого назначения, в том числе густо армированных конструкций, а также массивных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений с повышенными показателями трещиностойкости, пониженным тепловыделением, высоким темпом твердения, требуемыми показателями прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и долговечности [10].

Литая и самоуплотняющаяся бетонная смесь для производства монолитного бетона и сборных изделий из железобетона, включающая наноцемент одного из типов 30, 35, 45, 55, строительный песок, щебень, воду, содержит щебень гранитный фракции 5–10 мм и дополнительно — отсев гранитного щебня фр. 2–5 мм при следующем соотношении компонентов, мас. %: указанный наноцемент 12–20; песок строительный 20–35; отсев гранитного щебня фракции 2–5 мм 15–21; щебень гранитный фракции 5–10 мм 20–29; вода — остальное. Литая и самоуплотняющаяся бетонная смесь, в которой наноцемент имеет удельную поверхность 600–900 м<sup>2</sup>/кг, дополнительно содержит противоморозную добавку в количестве от 1 до 2-х мас. %. Технический результат — обеспечение высокой подвижности бетонной смеси с ее сохранением в течение времени от одного до двух часов при минимальном водосодержании.

В настоящее время производство литых и самоуплотняющихся бетонных смесей считается наиболее перспективным направлением в технологии бетона, так как позволяет подать и уложить бетонные смеси, хорошо проникающие среди арматуры в межпалубное пространство.

#### **Способ получения фотокатализатора на основе нанотубулярного диоксида титана (RU 2732130 C1)**

Изобретение относится к электрохимической технологии получения соединений титана, а именно к технологии получения нанотубулярного диоксида титана (TiO<sub>2</sub>-НТ) с повышенной фотокаталитической активностью анодированием, и может применяться для фотокаталитической очистки воздуха от органических загрязнителей [11].

Диоксид титана является перспективным материалом в связи с необходимостью развития зеленых технологий, то есть технологий, не загрязняющих окружающую среду. Кроме того, диоксид титана является материалом, который призван очистить окружающую среду от загрязнений. Он обладает уникальными фотокаталитическими и электрофизическими свойствами, что позволяет очищать воду и воздух, создавать самоочищающиеся покрытия,

разлагать бактерии, создавать на его основе элементы солнечных батарей, литий-ионных аккумуляторов, а также получать водород при фотолизе воды. Физические свойства анодированного диоксида титана зависят от структурных и геометрических параметров, которые можно варьировать, подбирая условия анодирования.

Использование коррозионной стали позволяет увеличить срок эксплуатации, а также значительно снижает себестоимость фотокатализатора. Длительность процесса сокращена в 9 раз за счет подбора условий анодирования – химического состава электролита, материала катода, напряжения и температуры среды. Исходная шероховатость промышленной титановой фольги марки ВТ1-0 допустима для получения равномерного оксидного слоя из нанотрубок диоксида титана, поэтому отсутствует необходимость механической полировки при подготовке титана к анодированию [11].

#### **Экологический строительный материал из пенополистирольных отходов и золы уноса от производства сахара на основе нанотехнологий**

Производство строительных материалов самым непосредственным образом влияет на ухудшение окружающей среды и, как следствие этого, на глобальное потепление и изменение климата. Для решения данной проблемы была предложена концепция устойчивого зеленого строительства, предусматривающая использование модифицированных бетонов. Исследованию и развитию материалов для зеленого строительства уделяется много внимания. В данном изобретении промышленные пенополистирольные отходы используются для производства легковесного бетона с высокими водостойкими качествами. Зола уноса используется в качестве замены цемента для сокращения его расхода. Использование золы уноса, полученной от сахарных заводов Trangkil-Pati (Индонезия), обеспечивает реальное увеличение прочности сжатия легковесного бетона. В данном изобретении с помощью нанотехнологической концепции совершенствуется качество эксплуатации пеноблоков. Преимуществами применения пенополистирола является легковесный пенобетон, а золы уноса – формирование материалов, пригодных для экологичного строительства. Также к достоинствам можно отнести следующее: снижение строительных издержек за счет вторичного использования производственных отходов, повышение ценности таких отходов, сокращение трудоемкости при устранении последствий землетрясений благодаря более легкому весу сооружения, повышение безопасности конструкции жилых зданий во время ЧП и удобство

использования при строительстве жилых зданий в сейсмоопасных зонах.

#### **Лигатура для приготовления композиционных материалов на основе алюминия или алюминиевых сплавов и способ получения лигатуры (RU 2734316 С9)**

Изобретение относится к лигатурам для приготовления композиционных материалов на основе алюминия или алюминиевых сплавов и может быть использовано в цветной металлургии для получения упрочненных алюминиевых материалов путем литейных технологий. Композитные материалы на основе алюминия привлекают своими качествами специфической прочностью, стойкостью к трению и высоким температурам. Свойства алюминиевых композитных материалов зависят от размера наполнителя, диспергированного в нем. Наполнитель меньших размеров, в частности, углеродные нанотрубки, обеспечивает достижение лучших свойств материала, однако равномерно диспергировать такой наполнитель чрезвычайно сложно из-за его слишком малых размеров [13].

Изобретение решает задачу создания лигатуры для алюминия и алюминиевых сплавов, позволяющую получать композиционные материалы на основе алюминия или алюминиевых сплавов с углеродными нанотрубками, равномерно распределенными в них. Поставленная задача решается тем, что предлагается лигатура для алюминия и алюминий содержащих сплавов, включающая алюминий и углеродные нанотрубки, поверхность которых содержит адсорбированные газы в таком количестве, что массовое соотношение названных нанотрубок и адсорбированных газов составляет не менее 100, причем, по меньшей мере, часть нанотрубок располагаются в объеме алюминия таким образом, что они не имеют контакта с окружающей средой.

Предлагаемая лигатура может содержать одностенные, и/или двустенные, и/или многостенные углеродные нанотрубки. Лигатура может быть выполнена в форме металлической отливки, внутри которой распределены углеродные нанотрубки. Также лигатура может представлять собой металлическую прессованную, прокатанную или штампованную заготовку, внутри которой распределены углеродные нанотрубки. В своем составе лигатура может содержать, по меньшей мере, один металл из ряда: медь, и/или цинк, и/или магний, и/или олово.

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

- Способ получения упрочненного нанокompозита с дополнительными свойствами [14].
- Установка для синтеза углеродсодержащих наноматериалов [15].

- Способ получения нанопористой керамики на основе муллита [16].
- Графеновые микросферы в виде комка бумаги, композитный материал таких микросфер и способ изготовления таких микросфер [17].
- Способ получения модифицированных углеродных нанотрубок [18].
- Способ получения электролюминесцирующих смешанных свинцово-галлоидных перовскитных материалов с высокой фазовой стабильностью [19].
- Средства определения радионуклидного состава атмосферных выбросов АЭС [20].
- Способ получения термостабильного микропористого покрытия на основе смешанного оксида титана кремния [21].
- Люминесцентный сенсор концентрации ионов тяжёлых металлов (преимущественно кобальта) в воде на основе квантовых точек тройного состава [22].
- Различные аэрозольные фильтры для нейтронно-активационного анализа [23].
- Модифицированная полимерная композиция и способ ее получения [24].
- Диод галлия на основе нитевидных нанокристаллов нитрида галлия [25].
- Теплоизоляционный материал на основе аэрогеля с возможностью введения в состав конечного продукта наноматериалов [26].
- Способ изготовления композиционных материалов на основе  $\text{Ti-B-Fe}$ , модифицированных наноразмерными частицами  $\text{AlN}$  [27].
- Фибропористые структуры из растворов полиуретана для производства изделий [28].

## 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. Кривцов Е.Е., Голик А.М. Патент 2735004 РФ МПК С1. Способ производства сухих строительных смесей / 2020. Бюл. № 30.
2. Сычев А.П., Колесников В.И., Лапицкий В.А. и др. Патент 2735481 РФ МПК С1. Способ лазерной наплавки металлических покрытий / 2020. Бюл. № 31.
3. Rochishnu E., Ramesh A., Ramayya V. V. (2020). Sustainable pavement technologies-performance of high RAP in WMA surface mixture containing nano glass fibers. Materials Today: Proceedings.
4. Подольская Е.П., Кельдиева О.А., Краснов Н.В. и др. Патент 2733530 РФ МПК С1. Устройство для нанесения наночастиц оксидов металлов на металлическую поверхность при нормальных условиях / 2020. Бюл. № 28.
5. Винокуров В.А., Глотов А.П., Гушин П.А. и др. Патент 2733526 РФ МПК С1. Многофункциональная наноструктурированная добавка к покрытиям / 2020. Бюл. № 28.
6. Kantharia, M., Mishra, P. K., Jani, S., & Trivedi, M. K. (2020). Experimental Assessment of cement mortar using nano oxide compounds. Materials Today: Proceedings, 29, 456–461.
7. Дабижа О.Н., Коновалова Н.А., Панков П.П. и др. Патент 2726102 РФ МПК С1. Состав для устройства конструктивных слоев дорожного бетона и сборных изделий из железобетона / 2020. Бюл. № 19.
8. Клинов Д.В., Москалец А.П. Патент 2733457 РФ МПК С1. Способ получения композитных пленок, состоящих из нановолокон / 2020. Бюл. № 28.
9. Lau, D., Jian, W., Yu, Z., & Hui, D. (2018). Nano-engineering of construction materials using molecular dynamics simulations: Prospects and challenges. Composites Part B: Engineering, 143, 282–291.
10. Бикбау М.Я., Хуснутдинов А.М. Патент 2725559 РФ МПК С1. Литая и самоуплотняющаяся бетонная смесь для производства монолитного бетона и сборных изделий из железобетона / 2020. Бюл. № 19.
11. Валеева А.А., Дорошева И.Б., Вохминцев А.С. и др. Патент 2732130 РФ МПК С1. Способ получения фотокатализатора на основе нанотрубулярного диоксида титана / 2020. Бюл. № 26.
12. Setyowati, E. (2014). Eco-building material of styrofoam waste and sugar industry fly-ash based on nano-technology. Procedia Environmental Sciences, 20, 245–253.
13. Предтеченский М.Р., Хасин А.А., Алексеев А.В. Патент 2734316 РФ МПК С9. Лигатура для приготовления композиционных материалов на основе алюминия или алюминиевых сплавов и способ получения лигатуры / 2020. Бюл. № 29.
14. Иванов Л.А., Разумеев К.Э., Бокова Е.С., Мунинова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть V // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 6. – С. 719–729. – DOI: [10.15828/2075-8545-2019-11-6-719-729](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2019-11-6-719-729).

15. Вавилов Е.С. Патент 2732842РФ МПК С1. Установка для синтеза углеродсодержащих наноматериалов / 2020. Бюл. № 27.
16. Морозова Л.В. Патент 2737298 РФ МПК С1. Способ получения нанопористой керамики на основе муллита / 2020. Бюл. № 33.
17. Гао Чао, Чэнь Чэнь, Хань И. Патент 2734476 РФ МПК С1. Графеновые микросферы в виде комка бумаги, композитный материал таких микросфер и способ изготовления таких микросфер / 2020. Бюл. № 29.
18. Иванов Л.А., Бокова Е.С., Муминова С.Р., Катухин Л.Ф. Изобретения, основанные на использовании нанотехнологий, позволяют получить принципиально новые технические результаты. Часть I // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 1. – С. 27–33. – DOI: [10.15828/2075-8545-2020-12-1-27-33](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2020-12-1-27-33).
19. Пушкарев А.П., Аношкин С.С., Ляшенко Т.Г., Макаров С.В. Патент 2733933 РФ МПК С1. Способ получения электролюминесцирующих смешанных свинцово-галлоидных перовскитных материалов с высокой фазовой стабильностью / 2020. Бюл. № 28.
20. Vasyanovich M., Vasilyev A., Ekidin A., Kapustin I., Kryshev A. Special monitoring results for determination of radionuclide composition of Russian NPP atmospheric releases // Nuclear Engineering and Technology. – 2019. Т. 51. – № 4. – С. 1176–1179.
21. Горшков А.А., Авдин В.В., Морозов Р.С. Патент 2733936 РФ МПК С1. Способ получения термостабильного микропористого покрытия на основе смешанного оксида титана-кремния / 2020. Бюл. № 28.
22. Дубовик А.Ю., Баранов А.В., Куршанов Д.А. Патент 2733917РФ МПК С1. Люминесцентный сенсор концентрации ионов тяжёлых металлов (преимущественно кобальта) в воде на основе квантовых точек тройного состава / 2020. Бюл. № 28.
23. Zuyev S.V., Afonin A.A., Burmistrov Y.M., Konobeevski E.S., Mordovskoy M.V., Ponomarev V.N., Solodukhov G.V., Kapustin I.A., Pletnikov E.V. Studying the possibility of using different aerosol filters for neutron-activation analysis. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2019. Т. 83. – № 4. – С. 445–448.
24. Лепендин С.В., Сойкин А.С. Патент 2737375РФ МПК С2. Модифицированная полимерная композиция и способ ее получения / 2020. Бюл. № 33.
25. Можаров А.М. Патент 2733700РФ МПК С1. Диод галлия на основе нитевидных нанокристаллов нитрида галлия / 2020. Бюл. № 28.
26. 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).
27. Болоцкая А.В., Михеев М.В., Бажин П.М., Столин А.М. Патент 2737185РФ МПК С1. Способ изготовления композиционных материалов на основе ti-b-fe, модифицированных наноразмерными частицами AlN / 2020. Бюл. № 33.
28. Vasyanovich M., Vasilyev A., Ekidin A., Kapustin I., Kryshev A. Special monitoring results for determination of radionuclide composition of russian NPP atmospheric releases // Nuclear Engineering and Technology. – 2019. Т. 51. – № 4. – С. 1176–1179.

#### 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, e-mail: [LXu@odu.edu](mailto:LXu@odu.edu)

**Бокова Елена Сергеевна**, д.т.н., профессор кафедры химии и технологии полимерных материалов и нанокмпозитов, Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (РГУ им. А.Н. Косыгина), г. Москва, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7769-9639>, e-mail: [esbokova@ya.ru](mailto:esbokova@ya.ru)

**Ишков Александр Дмитриевич**, канд. психол. наук, доцент, Московский государственный строительный университет (Национальный исследовательский университет), зав. кафедрой Социальных, психологических и правовых коммуникаций, г. Москва, Россия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1709-0175>, e-mail: [aishkov@gmail.com](mailto:aishkov@gmail.com)

**Муминова Светлана Рашидовна**, канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса; пос. Черкизово, 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: 03.11.2020.*

*Статья поступила в редакцию после рецензирования: 07.12.2020.*

*Статья принята к публикации: 09.12.2020.*