

НАНОТЕХНОЛОГИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ГПС МЧС РОССИИ: СОЗДАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

А.В. Иванов, кандидат технических наук;

В.Р. Новиков;

В.А. Родионов, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматриваются создание и перспективы развития в Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России научно-исследовательских работ, связанных с нанотехнологиями. Предложены несколько направлений исследований в данной области. С учетом выполненных работ по данному направлению приводится дополнительный перечень необходимого оборудования, а также предложено создание нескольких структурных подразделений в рамках Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, занимающихся данной проблемой.

Ключевые слова: наноматериалы и нанотехнологии, наноразмерные огнетушащие вещества, нанотехнологичные структуры, СПб университет ГПС МЧС России

NANOTECHNOLOGY IN SAINT-PETERSBURG UNIVERSITY OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA: CREATION AND DEVELOPMENT

A.V. Ivanov; V.R. Novikov; V.A. Rodionov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the present article are considered creation and development prospects in the Saint - Petersburg University of fire safety of research works connected with nanotechnology. Some directions of researches in the field are offered. Taking into account the executed works in the given direction the additional list of the necessary equipment is resulted, and also creation of several structural divisions within the limits of the Saint - Petersburg University of fire safety engaged in the given problems offered.

Key words: nanomaterials and nanotechnology, nanostructures fire-extinguishing substances, nanotechnology structures, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Нанотехнология – междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, практических методов исследования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомарной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.

В отличие от традиционных технологий нанотехнологии характеризуются повышенными квалификационными требованиями к персоналу, значительными материальными затратами на стадии разработки направления и проведения экспериментальных исследований, высокой стоимостью готовой продукции.

Вместе с тем перспективность развития нанотехнологий не вызывает сомнений. Полученная с помощью нанотехнологий продукция обладает свойствами, делающими ее конкурентной на рынке высоких технологий.

В Российской Федерации на развитие нанотехнологий в научно-исследовательских и учебных заведениях различного профиля выделены значительные средства, и уже сейчас можно говорить о существенных результатах в развитии этой отрасли науки и техники.

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России проводятся исследования по перспективным направлениям развития нанотехнологий. Ниже представлены основные направления научных исследований:

- электрофизические и адсорбционные методы синтеза наноматериалов;
- применение наноразмерных форм огнетушащих, ингибирующих и флегматизирующих веществ в пожаротушении и пожарной технике;
- применение нанотехнологических структур в конструктивных элементах противопожарной защиты, технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности критически важных и опасных объектов от угроз террористических проявлений;
- оценка возможности ассимиляции в народном хозяйстве технологий и, собственно, наноматериалов, в таких отраслях, как микроэлектроника, черная и цветная металлургии, производство строительных материалов, продукции для медицины и сельского хозяйства;

Электрофизические и адсорбционные методы синтеза наноматериалов

Современные способы диспергирования и конденсации не дают возможности получения частиц веществ и материалов наноразмеров вследствие низкой эффективности инженерно-технических мероприятий по стабилизации их дисперсного состава.

Основными причинами агрегации наночастиц является невозможность их локализации в пространстве вследствие зарядов статического электричества.

Цель исследования – разработка новых (адсорбционного) и повышение эффективности традиционных (электрофизический) методов синтеза наночастиц веществ и материалов».

Задачи исследования:

1. Научно-техническое обоснование применимости адсорбционных явлений для получения наночастиц веществ и материалов.
2. Научно-техническое обоснование электрофизической нейтрализации статического электричества при получении наночастиц веществ и материалов традиционными методами диспергирования, конденсации, коалесценции и коагуляции.

Ожидаемые результаты:

- 1) создание научных основ технологии адсорбционного и электрофизического методов получения наночастиц веществ и материалов как органической так и неорганической природы различного функционального назначения;
- 2) разработка аппаратного оформления технологий синтеза наноматериалов новыми методами;
- 3) разработка конструкторской и исполнительной документации на устройство для нейтрализации статического электричества и изготовление опытно-промышленного образца;
- 4) методика депонирования углеродистых и неорганических пористых материалов огнетушащих веществ ингибиторов и флегматизаторов в виде наночастиц;
- 5) исследование биологической активности и пролонгации действия наноразмерных медикаментозных препаратов для медицины и ветеринарии, иммобилизованных в пористых средах;
- 6) оценка дисперсионного состава наночастиц оксидных и строительных материалов и разработка аппаратного оформления их производства.

Применение наноразмерных форм огнетушащих, ингибирующих и флегматизирующих веществ в пожаротушении и пожарной техники

Цель исследования – разработка методик по применению наноразмерных форм огнетушащих, ингибирующих и флегматизирующих веществ.

Задачи исследования:

1. Исследование физических и химических основ процессов тушения с помощью наноразмерных частиц.
2. Разработка методов, повышающих эффективность традиционных способов тушения пожаров и ликвидации последствий ЧС с помощью наночастиц.
3. Разработка новых способов тушения пожаров и ликвидации последствий ЧС при использовании нанотехнологий.

Ожидаемые результаты:

- 1) методы тушения пожаров наноразмерными формами огнетушащих веществ, депонированных в гидрогели, природные и промышленные цеолиты, микрокапсулы;
- 2) коллоидно-химические механизмы электрофизической интенсификации дезактивирующего и моющего действия при авариях на ядерно-химических объектах;
- 3) технологические регламенты процессов электростимулированной дезактивации и мойки при ликвидации последствий ЧС;
- 4) способы получения зарядов объемного взрыва и фугасных зарядов, снаряженных наноразмерными взрывчатыми веществами, для ликвидации лесных пожаров, ЧС в нефтегазовом комплексе;
- 5) методы осаждения продуктов горения и АХОВ в очагах пожаров и аварий;
- 6) способы применения наночастиц для ликвидации нефтеразливов в зимний период.

Применение нанотехнологических структур в конструктивных элементах противопожарной защиты, технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности критически важных и опасных объектов от угроз террористических проявлений

Цель исследования – разработка методов по внедрению нанотехнологических структур в конструкционные материалы, применяемые при строительстве объектов жизнеобеспечения, промышленных предприятий, потенциально опасных объектов.

Задачи исследования:

1. Исследование свойств строительных и конструкционных материалов, получаемых с применением нанотехнологий.
2. Разработка методов, повышающих эксплуатационные свойства конструкционных материалов.
3. Разработка рекомендаций по использованию нанотехнологий для повышения устойчивости строительных конструкций, элементов технологического оборудования при пожарах, чрезвычайных ситуациях и угрозах терроризма.

Ожидаемые результаты:

- 1) технологии подавления образования газогидратов в магистральных газопроводах;
- 2) методики оценки влияния особенностей топологии текстуры поверхностей, обработанных наночастицами, на теплообменные процессы;
- 3) технология производства высокоэффективных огнепреградителей с использованием иммобилизованных наночастиц;
- 4) способы получения и применения нанобетонов для строительства объектов жизнеобеспечения;
- 5) способы получения и использования наноразмерных форм огнезащитных составов.

Для развития нанотехнологий как научного и производственного направления в университете необходимо провести ряд организационных и технических мероприятий, направленных на создание новых и расширение области применения существующих

научных разработок, создание экспериментально-производственной базы, а также кадрового и научного потенциала.

Данные мероприятия должны включать в себя:

1. Создание в рамках технопарка университета аналитической группы для:

– отработки вопросов, связанных с востребованностью определенных направлений нанотехнологии;

– мониторинга рынка нанотехнологий;

– оценки материальных вложений в ту или иную нанотехнологию;

– разработки технических заданий и приемки научного продукта.

Штат аналитической группы (4 человека): руководитель группы, старший научный сотрудник, 2 научных сотрудника.

2. Создание кафедры нанотехнологий, выполняющей функции:

– обучения специалистов в области использования нанотехнологий совместно с научными и учебными заведениями соответствующего профиля;

– разработки технологии получения нанообразцов;

– получения нано-образцов веществ и материалов;

– обслуживания оборудования для нанотехнологий.

– получения прототипов технологических веществ и материалов.

Штат кафедры (7 человек): начальник кафедры, заместитель начальника кафедры, профессор, доцент, старший научный сотрудник, 2 научных сотрудника.

3. Создание лабораторно-производственного комплекса для получения наноматериалов.

Штат комплекса (10 человек): начальник комплекса – руководитель лаборатории, главный технолог, технолог, 2 инженера, 2 техника - оператора, старший лаборант, 2 лаборанта.

4. Разработка направлений прикладных исследований в области нанотехнологий совместно с центрами, кафедрами и факультетами университета:

– теоретическое исследование;

– испытание нано-образцов;

– оценка полученных результатов;

– моделирование и прогнозирование.

Примерная стоимость проекта:

– оснащение лаборатории нанотехнологий – 60 млн рублей;

– создание производственной базы – 40 млн рублей;

– обучение и повышение квалификации персонала – 2 млн рублей;

– затраты на НИОКР – 20 млн рублей.

Стадии выполнения проекта:

– 1-й год – создание кафедры нанотехнологий, обучение персонала, строительство производственно-лабораторного комплекса;

– 2-й год – оснащение лаборатории и производства;

– 2 – 4-й год – проведение НИОКР;

– 3 – 5-й год – получение продукции по заявленным направлениям.

Элементы производственно-лабораторной базы нанотехнологий

1. Лаборатория наночастиц – включает в себя оборудование для производства наночастиц и их внедрения в вещества и материалы.

Оборудование лаборатории наночастиц:

1) установка для получения наноструктурированных покрытий (рис. 1).



Рис. 1

Назначение: оборудование предназначено для научных исследований в области создания и изучения пленочных наноструктурированных материалов.

Область применения: физика твердого тела, металлофизика, материаловедение, поверхностная инженерия в области создания наноматериалов.

Технические характеристики оборудования:

– метод получения пленочных наноструктурированных материалов – осаждение на поверхность в вакууме из плазмы (PVD-технология);

– формируемые пленочные материалы – металлы, сплавы, интерметаллиды, карбиды, нитриды, оксиды, халкогениды и пр;

– способ генерации плазмы – магнетронный разряд;

– количество магнетронных генераторов плазмы – не менее двух;

– возможно оснащение установки импульсными магнетронами;

– предусмотрен нагрев и поддержание заданной температуры подложки (образцов) до 400°С с помощью резистивного нагревателя;

– предусмотрена очистка поверхности образцов ионным пучком;

– предусмотрена подача потенциала смещения на подложку (рабочий стол с образцами) с использованием системы подавления возникновения «микродуг» и частотной коммутации.

Основные типы получаемых наноструктурированных материалов:

– пленочные многослойные материалы с наноразмерными слоями;

– пленочные материалы с наноразмерными кристаллитными блоками;

– пленочные материалы с управляемой структурой и текстурой.

Ориентировочная цена установки: 9 млн рублей.

2) скоростные ионно-плазменные магнетронные распылительные системы (СИПМРС) (рис. 2).



Рис.2

В конструкции напылительного устройства установки предложены к использованию СИПМРС, генерирующие плазменный разряд с плотностью мощности 40–500 Вт/см² и выше, что позволяет при много катодной схеме, состоящей из 2–8 катодов, повысить производительность процесса нанесения покрытия до 10–100 мкм/ч.

– На базе СИПМРС наиболее эффективна схема нанесения покрытий – замкнутый паровой котел с циркуляцией плазменного потока.

– Схема собирается из 2 – 8-ми протяженных СИПМРС.

– Внутри котла перед мишенями и ионным источником располагается многопозиционная планетарная карусель, где размещаются кассеты с изделиями, на которые наносится покрытие.

Области использования СИПМРС:

– нанесение покрытий для машиностроительной продукции, где необходимо использование защитных функциональных слоев толщиной от 5 до 150 мкм;

– нанесение специальных покрытий, в том числе с аморфной и нанокристаллической структурой. Создание покрытий и новых типов материалов с универсальными свойствами на основе новых типов структур: многослойные и наноструктурированные.

Ориентировочная цена установки: 5 млн рублей.

3) установка для электро-дугового нанесения покрытий (рис. 3).



Рис. 3

Основные характеристики:

- объем рабочей камеры 120 л;
- общая площадь, занимаемая установкой 16 м²;
- потребляемая мощность 50 кВт;
- число дуговых испарителей 2 шт.;
- диаметр катода-испарителя 60 мм;
- максимальная загрузка 100 кг;
- число позиций размещения осевых деталей 12 шт.;
- скорость осаждения покрытия до 10 мкм/ч.

Установки комплектуются по требованию заказчика: системами двойного дугового разряда; импланторами для ионного ассистирования; системами нагрева электронной бомбардировкой; сепараторами капельной фазы; электронными ключами для гашения дуг; компьютерными системами управления процессами и т.д.

Ориентировочная цена установки: 7 млн рублей.

2. Аналитическая лаборатория – включает в себя оборудование для сбора и обработки информации о полученных наноматериалах.

Оборудование:

- 1) электронные микроскопы (просвечивающие, сканирующие и комбинированные);
- 2) оборудование для пробоподготовки. Данное оборудование включает системы полировки срезов, ионной полировки, ионной очистки и т.д.;
- 3) анализаторы микрочастиц;
- 4) компьютерная техника.

Ориентировочная цена оборудования аналитической лаборатории: 25–30 млн рублей.

3. Исследовательские лаборатории центров и кафедр университета – включают в себя оборудование для отработки отдельных направлений нанотехнологий.

- 1) лаборатории учебно-научного комплекса инженерно-технических экспертиз (изучение вопросов технологий наноэкспертизы);
- 2) лаборатории кафедры пожарной безопасности зданий и сооружений (изучение вопросов поведения строительных конструкций при пожарах и ЧС);
- 3) лаборатории кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств (изучение вопросов защиты технологического оборудования и аппаратов);
- 4) лаборатории кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения (исследование эффективности использования огнетушащих средств);
- 5) лаборатории кафедры автоматики и сетевых технологий (разработка установок пожаротушения с использованием наночастиц, а также технологий дымоосаждения);
- 6) лаборатории кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства (разработка технических устройств для применения нанотехнологических средств тушения и защиты от ЧС);
- 7) лаборатории кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ (разработка способов тушения пожаров и ликвидации ЧС при помощи нанотехнологических продуктов);
- 8) лаборатории кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов (разработка аналитических моделей применения нанотехнологий).