

- 08–10 апреля 2024 г. – М.: «РГУ им. А.Н. Косыгина», – 2024. – С. 6–13.
6. Голованева, А. В., Белгородский, В. С., Алибекова, М. И., Андреева, Е. Г. Углубленное использование нейросетей для создания модного образа // Дизайн и технологии. – 2023. – № 94(136). – С. 6–14.
 7. Бикчурина, С. К., Голованева, А. В., Серикова, А. Н., Алибекова, М. И. Искусственный интеллект как инструмент в процессе дизайн-проектирования коллекции молодежной одежды // Костюмология. 2023. – Т. 8, – № 3.
 8. Аврина, Е. А., Алибекова, М. И. Разработка эскизной коллекции обуви и аксессуаров с использованием инновационных технологий и 3D-печати // Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)»: сборник материалов III Международной научно-практической конфер., посв. Ф.М. Пармону, Москва, 05–07 апреля 2023 г. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 61–65.
 9. Мехтиева, Ш. М., Алибекова, М. И. Инновационные технологии. Материалы. Новые инструменты в создании дизайнерского продукта // Легкая промышленность: проблемы и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 27–28 ноября 2024 года. – Омск: «ОГТУ», 2024. – С. 142–149.

УДК 621.762

СТРУЙНО-СОПЛОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ МОНОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Горяйнов В. А. доц. к.ф.-м.н.
Российский университет транспорта (МИИТ),
г. Москва, Российская Федерация

Реферат. Представлен ряд схем генераторов наноструктурированных систем, включая аэрозоли, ультрадисперсные порошки (УДП), композитные материалы, для получения монодисперсных частиц, повышающих качественные показатели аддитивных технологий. В качестве рабочего тела использовались растворы, суспензии, гидрозоли, мелкодисперсные порошки. Для получения наноструктурированных материалов таких как аэрозвесы, УДП металлов и сплавов, композиционные монолиты и покрытия разработаны струйно-форсуночные, сопловые и плазменные генераторы с включением методов переконденсации исходного или получаемого в непрерывной технологической цепочке мелкодисперсного сырья (0,7–5,0 мк). Контроль процесса генерации частиц осуществлялся с помощью анализатора дифференциальной электроподвижности частиц и счетчика ядер конденсации фирмы «TSI». Приводятся результаты по размерным спектрам ансамблей наночастиц в диапазоне 30–500 нм и обсуждаются механизмы управления спектром в процессе их генерации.

Ключевые слова: наночастицы, ВЧ-плазматрон, высокоградиентное охлаждение паров, монодисперсные фракции, электроподвижность частиц.

Для многих приложений качественные показатели аддитивных технологий определяются степенью монодисперсности порошков, используемых в 3D-принтерах. Так, к примеру, для получения пространственных накладок теплозащитных материалов (ТЗМ) на теплонапряженные участки поверхности высокоскоростных летательных аппаратов (ЛА) высокая степень монодисперсности порошков в 3D-принтерах является критически важной. Рассматриваемый не вакуумный способ получения монодисперсных порошков основывается на процессах в движущихся средах (см. [1]) с быстрым изменением в двухфазной смеси давления в диапазоне примерно от 10 до 0.1 атм. и скорости изменения температуры 10^5 – 10^7 К/сек. В отличие от электровзрывных технологий [2, 6], где происходит необходимое быстрое, но плохо управляемое изменение параметров, в предлагаемых методах используются процессы с хорошо регулируемым распределением температуры (по времени и по пространству) за счёт устройств, обеспечивающих воспроизведение с большой точностью как абсолютных значений

температуры, так и градиентов температуры. Названная особенность в стационарном процессе (в инертном несущем газе) позволяет достичь на выходе в струе стабильных распределений наночастиц по размерам с шириной спектра $\sigma \sim 40\text{--}70$ нм при среднесчетном размере $D_g < 100$ нм.

Цепочка управляемых неравновесных процессов испарение – зародышеобразование – конденсация – кристаллизация реализуется так, что вместо фазового превращения проволоки-проводника за счёт электроимпульсного воздействия, испарение мелкодисперсного порошка металла происходит на участке проточной части ВЧ-плазмотрона (рис. 1), а высокоградиентное охлаждение паров металла осуществляется в сверхзвуковой части сопла и завершается в струе вместо расширяющегося объёма за ударной волной, как в электровзрывной технологии.



Рисунок 1 – Схема высокочастотного ВЧ-плазмотрона

ВЧ-плазмотрон используется в различных режимах и технологических циклах для получения как композитных монолитов при пропускании наночастиц через полимерные структуры типа ворсистых фильтров с последующим прессованием, так и нанопорошков металлов и сплавов, включенных в одном технологическом цикле в градиентные покрытия [3]. Контроль процесса генерации частиц осуществлялся с помощью анализатора дифференциальной электроподвижности частиц и счетчика ядер конденсации фирмы «TSI». Получены композиты с порошками по размерным спектрам ансамблей наночастиц в диапазоне 20–250 нм для ряда металлов и их соединений, которые в перспективе могут использоваться в качестве элементов со

свойствами высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП).

В торообразном электромагнитном поле происходит полное проплавление и полное или частичное испарение частиц мелкодисперсного порошка. Следует иметь в виду, что даже при неполном испарении частиц их диаметр может уменьшиться до наноразмерных величин. Режимы работы для разных материалов подбираются так, чтобы на выходе из сопла ВЧ-плазмотрона не было частиц вне нанодиапозона. На рисунке 2 показаны спектры ансамблей наночастиц, в которых отсутствуют включения фракций частиц мелкодисперсного диапазона выше 0,5 мкм.

ВЧ-плазмотрон по сути выступает в роли элемента 3D-принтера при получении трехмерных накладок ТЗМ на теплонапряженные участки поверхности высокоскоростных ЛА, которые выполняются из композитов, включающих в том числе сплав алюминия с магнием.

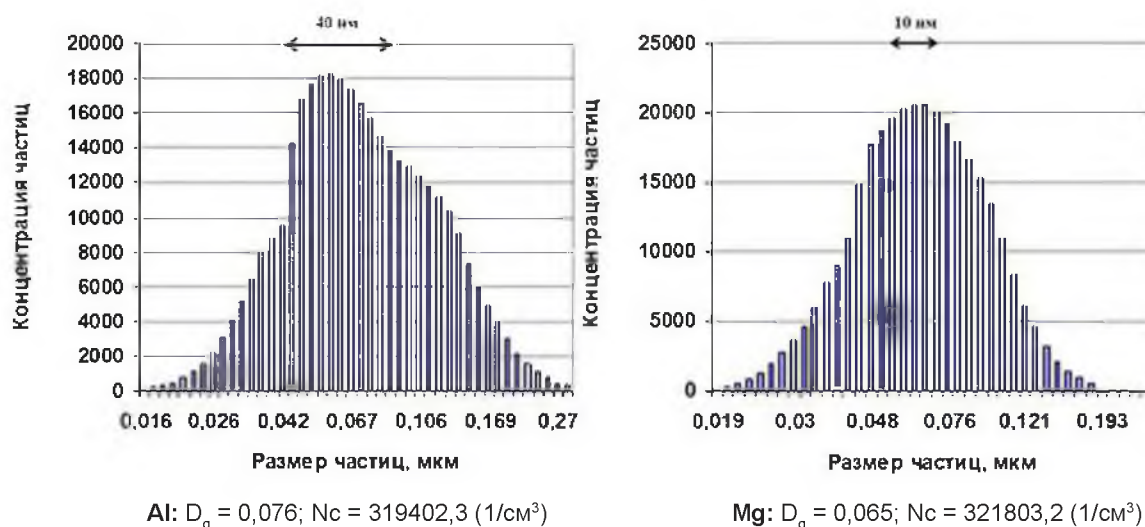


Рисунок 2 – Распределение наночастиц алюминия и магния по размерам

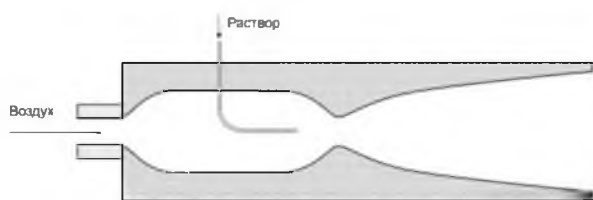


Рисунок 3 – Схема «холодного» сверхзвукового соплового генератора

Неравновесные процессы (см. [5]) с участием магния представлены в работе [4]. На рисунках 3 и 4 представлены схемы холодной генерации при распыливании из суспензий и растворов, в которых наночастицы могут получаться, в том числе как продукт химических реакций.

На рисунке 5 показаны размерные спектры графита, полученные методом холодной генерации при вариации параметров технологического процесса. Представленные технологические процессы имеют механизмы управления спектром наночастиц в процессе их генерации, в том числе для получения монодисперсных фракций с шириной спектра менее 10 нм путем дополнительной стадии выделения из всего полученного ансамбля только частиц, ограниченного диапазона электроподвижности в том случае, когда в этом есть необходимость. Данная особенность технологий является важной по причине существенной зависимости свойств наноматериалов от размерного спектра частиц, включенных в конкретный материал [7].

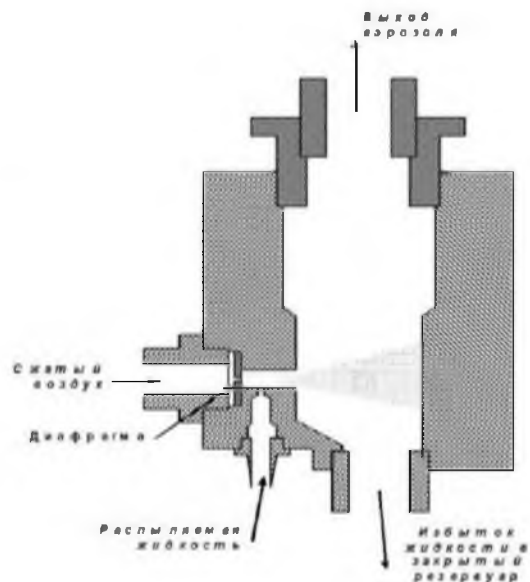


Рисунок 4 – Схема звукового соплового генератора

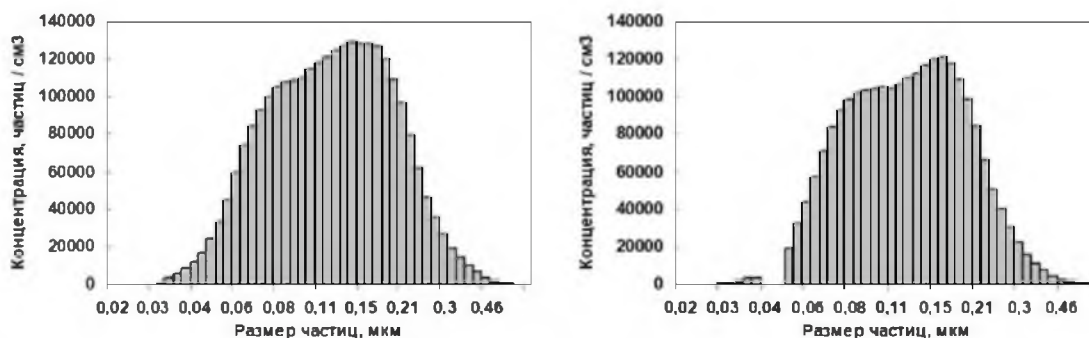


Рисунок 5 – Коллоидный препарат графита спиртовой

Список использованных источников

1. Горяйнов, В. А. Генерация металлосодержащих наночастиц и их диагностика по дифференциальной электроподвижности // Известия ВУЗов, ФИЗИКА, – 2010, – № 12/2. – С. 99–102.
2. Ильин, А. П., Назаренко, О. Б., Тихонов, Д. В. Получение нанопорошков распылением металлов мощными импульсами электрического тока // «Горный журнал». – 2006. – № 4. – С. 65 – 69.
3. Горяйнов, В. А., Дарьин, А. Е. Градиентные нанодисперсные покрытия для повышения эксплуатационных характеристик конструкционных сталей // «Актуальные вопросы авиационного материаловедения». – М.: изд. ВИАМ, 2007, – С. 66–77.
4. Пилюгин, Н. Н. О неравновесных процессах с участием магния в следе за моделью при ее гиперзвуковом движении в воздухе // Физика горения и взрыва. – 2000, – т. 36, – № 3, – С. 72–80.

5. Елисеев, А. А., Лукашин, А. В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю. Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
6. Научные аспекты при классификации взрыво- и пожароопасности металлических нанопорошков // Известия вузов, М.И. Лернер, [и др.], Физика. – 2008. – т. 51, – № 8/2, – С. 190 – 198.
7. Коршунов, А. В. Размерная зависимость параметров структуры частиц электровзрывных порошков // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – т. 320. № 3, – С. 16–22.

УДК 621.7:004.925.8

ИНТЕРНЕТ-СЕРВИС 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ РИУП «НТПВГТУ»

Минина К. В., студ., Климентьев А. Л., ст. преп., Ковчур А. С., к.т.н., доц.
*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрен подход к реализации интернет-сервиса по компьютерному пространственному моделированию изделий и 3D-печати, который может служить основой для практической реализации в условиях РИУП «НТП ВГТУ».

Ключевые слова: цифровое предпринимательство, реверс-инжиниринг, сканирование, моделирование, 3D-печать, аддитивные технологии, интернет-сервис, краудсорсинг.

Возможности аддитивных технологий по преобразованию цифровых проектов конструкции в физические продукты прямо на месте или в любой точке мира позволяет говорить, что предпринимательская деятельность с использованием аддитивных технологий может рассматриваться как цифровое предпринимательство. Цифровое предпринимательство представляет собой деятельность, направленную на создание и использование продуктов с использованием цифровых технологий.

Создание интернет-сервиса по 3D-печати на заказ в РИУП «НТПВГТУ» позволит в полной мере реализовать имеющиеся технические возможности. В целом для РИУП «НТПВГТУ» развитие деятельности по 3D-печати в рамках цифрового предпринимательства представляет собой возможность выйти на новый уровень производства, так как отрасль 3D-печати сейчас востребована.

Целью работы является анализ подобных бизнес-проектов, предложение идей для реализации в сфере 3D-печати на базе «НТПВГТУ». В качестве примера организации подобных сервисов рассмотрим сервисы некоторых компаний, предлагающих услуги по 3D-печати и сканированию и пр. Например, студия 3D-печати и моделирования «Крафт» предлагает 3D-печать, моделирование и сканирование объектов. Следует отметить удобство и интуитивность сайта – на главной странице размещена необходимая заказчику информация: услуги с их кратким описанием, материалы печати, способ их печати и характеристики, а так же примеры готовых работ (рис. 1). Также стоит отметить, что на отдельных страницах сайта представлена подробная информация о каждой из услуг, ее сути, этапов изготовления. Кроме того, у сайта есть онлайн-окно, где можно получить консультацию по интересующему вопросу. [1]

Еще одним примером может служить студия 3D-печати Additive.by. Эта студия предлагает печать, сканирование и реверс-инжиниринг деталей (чего не предлагала предыдущая студия), моделирование изделий с необходимой конструкторской документацией (рис. 2).

Сайт данной студии оснащен подробной информацией о методах печати и сканирования, материалах и оборудовании, а также обширным портфолио, разбитым на категории (например, авто, -мотозапчасти, фишки для игр и др.). На каждой из страниц сайта присутствуют окна для связи со специалистами по всем видам консультаций: какое изделие нужно, материалы и технологии печати и др. В отличие от ранее описанной студии здесь можно узнать ориентировочную стоимость 3D-печати по заданным характеристикам (рис. 3), но связь происходит через звонок по номеру телефона или письмом на электронную почту. [2]