

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

### **Искаков Алим Ишмуратович**

магистрант, кафедра автоматизации технологических процессов Уфимского государственного технического авиационного университета, РФ, г. Уфа

### **Сайфуллин Ильмир Радикович**

магистрант, кафедра автоматизации технологических процессов Уфимского государственного технического авиационного университета, РФ, г. Уфа

### **Сафин Рустам Ильдарович**

магистрант, кафедра автоматизации технологических процессов Уфимского государственного технического авиационного университета, РФ, г. Уфа

Последние достижения технологий автоматизации и робототехники открыли возможность непосредственного участия оператора лишь в контроле процесса производства. Вся потенциально опасная часть работы в таком случае возлагается на специальные механизированные структуры. Автоматическая сборка наноматериалов при помощи нанороботов – следующий этап развития нанотехнологий.

Конвейерные циклы с использованием таких технологий пока не эксплуатируются. Однако различные лабораторные установки, производительность которых достаточно велика, функционируют уже в настоящий момент. Особые успехи в этой области показывает концепция Ramona [1]. Рассмотрим кратко устройство подобной установки. Рабочим пространством для обработки служит вакуумная камера. Внутри камеры функционируют один или несколько нанороботов, каждый из которых представляет собой атомно-силовой микроскоп (АСМ) со специальным программным обеспечением, позволяющим оперировать с частицами на атомарном уровне. За всем процессом производства наблюдает камера силового электронного микроскопа (СЭМ), которая при помощи программного обеспечения, поддерживающего 3-D моделирование, обеспечивает непрерывный визуальный контроль над операциями, находящимися в диапазоне камеры [1].

Внедрение подобных установок на производственные конвейеры могло бы решить большинство трудностей, связанных с производством наноматериалов, повысить их качество и доступность [2]. Однако для этого необходимо решение ряда проблем. Они связаны в основном с позиционированием мобильных нанороботов с АСМ, непосредственно участвующих в процессе обработки, и отладкой систем обратной связи и визуализации СЭМ. Для решения трудностей используются специальные датчики, интегрированные в оси мобильных нанороботов [1]. Они создают специальную сенсорную систему, которая позволяет отслеживать позиции устройств на основе входных данных. Совместно с СЭМ и его визуальной системой моделирования это обеспечивает достаточно высокую по скорости обратную связь, позволяя оператору контролировать автоматизированный процесс на всех этапах.

Разработкой мобильных нанороботов, способных выполнять наноманипулирование заняты многие лаборатории. Результаты их работы будут видны уже в ближайшие десятилетия. Ещё в 2013 году производились операции по изготовлению с помощью установок на основе нанороботов АСМ наконечников, усиленных углеродистыми нанотрубками, и графеновых

хлопьев[3]. Создание промышленных конвейеров, использующих подобные технологии, сейчас являются лишь вопросом времени и финансирования.

Огромно количество новаторских решений, которые возможны для совершенствования самих нанотехнологий. Но ещё более велико количество отраслей, которые можно модернизировать и автоматизировать с помощью нанотехнологий: специальные нанороботы, осуществляющие хирургическое вмешательство автоматически с предельно возможной точностью; транспортная система, снабженная специальными автоматическими нанодатчиками, передающими информацию в мини-компьютер, ведущий машину самостоятельно, оставляя на водителя лишь необходимость назвать конечную точку маршрута; роботизированные конвейерные линии, производящие практически любые изделия и нуждающиеся лишь в операторе, контролирующем процесс.

Однако для того чтобы подобные проекты, напоминающие научную фантастику, были осуществимы, необходимо добиться низкой себестоимости, а также высокой доступности и безопасности наноматериалов [4]. Для этого и необходима автоматизация и модернизация процессов их получения.

### **Список литературы:**

1. Фатиков С. Автоматизированная нанообработка с использованием роботов на наноуровне: общий обзор и современное состояние // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2013. №4. С.28-38.
2. Таиров Ю. М. Нанотехнологии // КИО. 2005. №6. С.3-5.
3. Казакова Н.В., Снежко А.А. Нанотехнологии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. №7. С.360-361.
4. Б. О. Кабешев, Д. Н. Бонцевич, С. М. Бордак Нанотехнологии и их возможности // Проблемы здоровья и экологии. 2009. №1 (19). С.144-149.