

## СИСТЕМЫ НАНОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ (Nanopositioning systems)

«Точность – вежливость королей».  
Крылатое выражение

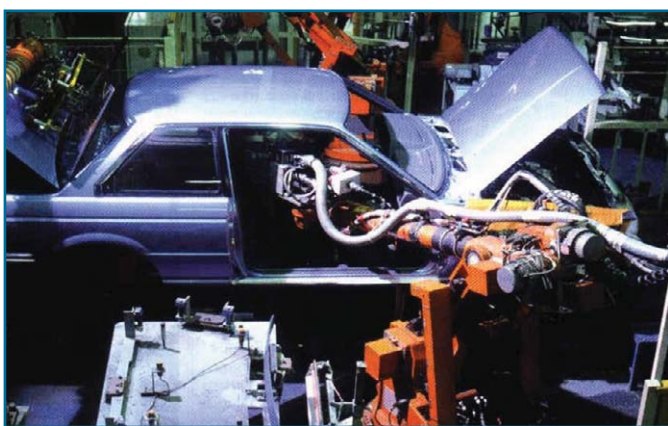


Рис. 1. Сборка автомобиля на заводе

Многие знают, как на заводах роботы собирают современные автомобили (рис. 1). Железные «руки» берут одни детали с конвейера, соединяют их с другими, прикручивают гайки, подсоединяют шланги. Но это уже отработанное промышленное производство, а в лабораториях в то же время ученые активно работают над созданием автомобилей наноразмера – *наномашин* – составленных всего из нескольких десятков или сотен атомов. Как собрать такой автомобиль и как автоматизировать процедуру его создания?

Эту и многие другие проблемы решает нанопозиционирование – процесс перемещения объектов с нанометровой точностью! Пока серийное производство наноавтомобилей еще не начато, а первую наномашину собирают вручную, нанопозиционирование находит широкое применение в исследовательских лабораториях и, в частности, в *сканирующих зондовых микроскопах*. Существующие устройства нанопозиционирования

очень многообразны, но практически все они используют в своей конструкции специальные *пьезодвигатели*, способные создавать крайне малые (всего в сотые доли нанометра!) перемещения под действием электрического напряжения.

Одной из наиболее распространенных систем нанопозиционирования является пьезосканер – внешне он выглядит как металлический цилиндр, на котором установлена небольшая двигающаяся платформа (рис. 2). Внутри такого устройства размещена трубочка, сделанная из пьезоэлектрического материала. Подавая напряжение между различными частями трубки, можно заставить ее сжиматься и удлиняться, а также изгибаться в различных направлениях. Некоторые пьезосканеры устроены иначе – в основе своей конструк-

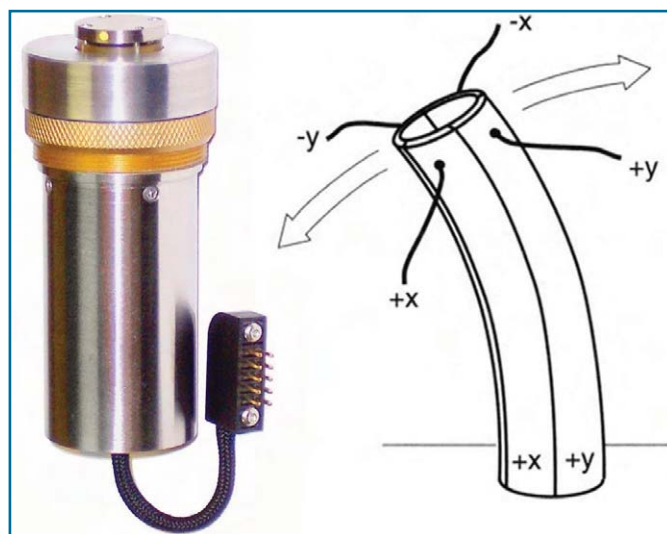


Рис. 2. Пьезосканер производства фирмы Quesant (слева) и схематическое изображение пьезотрубки (справа)



**Рис. 3.** Гексапод производства Physical Instruments

ции они содержат три отдельных пьезодвигателя, каждый из которых перемещает платформу в своем направлении.

Еще более сложное устройство – гексапод – представляет собой платформу, закрепленную с помощью шарниров на шести подвижных ножках изменяемой длины (рис. 3). Гексаподы, называемые также платформами Стюарта, известны уже давно – их активно применяют в робототехнике и в медицине, для управления положением спутниковых антенн и даже в тренажерах для летчиков, так как они дают возможность перемещения с шестью степенями свободы. С разработкой пьезодвигателей гексаподы стали использоваться и в нанопозиционировании: изменение длины ножек гексапода, с точностью до долей ангстрема, производится не с помощью электромоторов и гидравлики, а с помощью пьезоэлектриков.

#### Литература:

1. <http://www.physikinstrumente.com>
2. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: Мир, 2004.