

ПЬЕЗОДВИГАТЕЛИ (Piezomotors)

– И задом наперед, совсем наоборот, – подхватил Траляля.

– Если бы это было так, это бы еще ничего, а если бы ничего, оно бы так и было, но так как это не так, так оно и не этак! Такова логика вещей!

Л. Кэрролл. «Алиса в Зазеркалье»

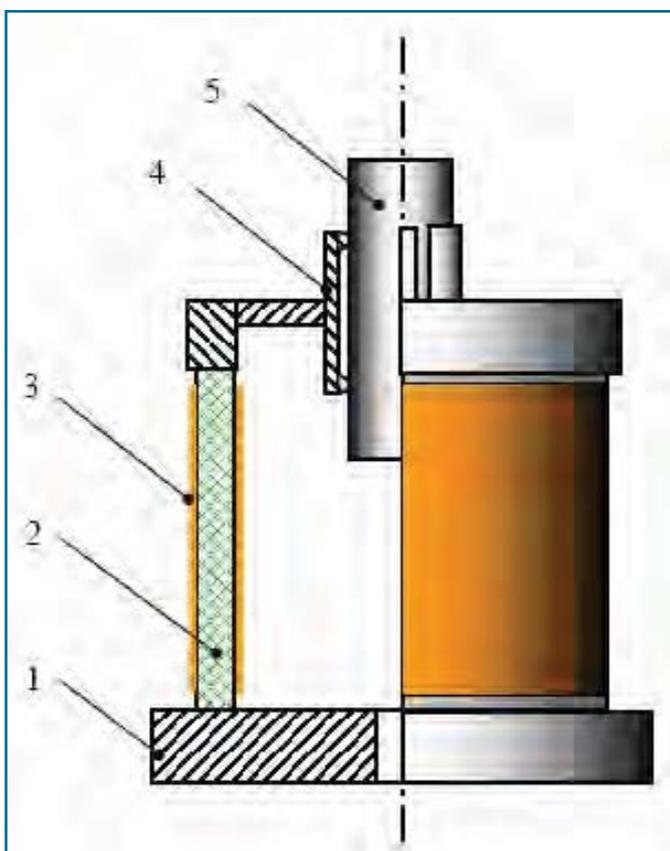


Схема шагового пьезодвигателя: 1 — основание; 2 — пьезоэлектрическая трубка; 3 — электроды; 4 — разрезная пружина; 5 — держатель объекта

Вслед за созданием интегральных схем конец XX века фактически подарил нам вторую научно-техническую революцию, связанную с развитием и внедрением **нанотехнологий**. Однако ни один нанообъект нельзя получить и тем более рассмотреть без специальных «наноинструментов». Основные проблемы оказываются связаны с трудностью манипулирования наноструктурами: для перемещения крайне малых

объектов надо уметь позиционировать их с заданной большей точностью, чем их собственные размеры – то есть передвигать объекты всего на доли ангстрем. В современном технологическом и исследовательском оборудовании для прецизионных перемещений используют специальные «системы нанопозиционирования», основой которых являются пьезодвигатели.

Пьезодвигателями называют такие системы, в которых механическое перемещение осуществляется за счет пьезоэлектрического или пьезомагнитного эффекта. Первый эффект заключается в изменении линейных размеров некоторых материалов в электрическом, а второй – во внешнем магнитном поле. Сами материалы, проявляющие такие свойства, относят к пьезоэлектрикам или к пьезомагнитным материалам. Впервые пьезоэлектрический эффект был обнаружен еще в 1880 году братьями Жаком и Пьером Кюри на кристаллах кварца. В дальнейшем аналогичные свойства были открыты более чем у 1500 веществ, из которых чаще всего используют сегнетову соль $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и титанат бария BaTiO_3 . Пьезомагнитные материалы представлены широким кругом магнетиков, таких как железо, никель, кобальт, их сплавы или оксиды.

Интересно, заметить, что оба пьезоэффекта полностью обратимы: при деформации пьезоэлемента на его концах появляется электрический заряд или магнитное поле (прямой пьезоэффект), а при приложении электрического или магнитного поля проявляется изменение его линейных размеров (обратный пьезоэффект). Очевидно, что пьезодвигатели работают на обратном пьезо-

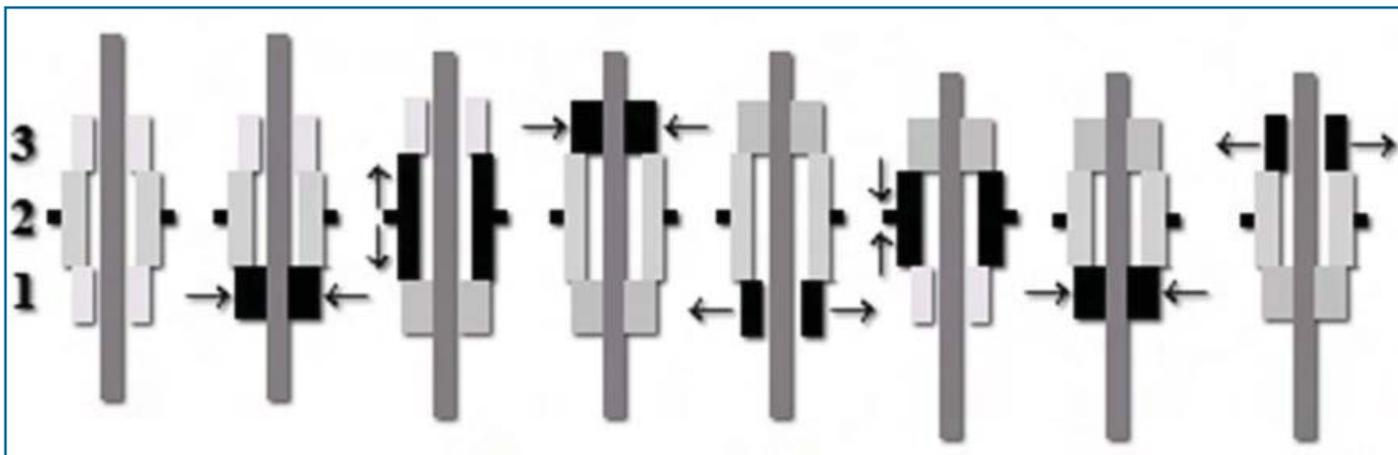


Рис. 1. Схема работы шагового двигателя с червячной передачей

эффекте. Пьезодвигатель может быть выполнен как из пьезоэлектриков, так и из пьезомагнитных материалов, однако наибольшее распространение получили пьезоэлектрические двигатели.

В настоящее время известно более 50 различных конструкций таких двигателей. Как правило, устройство содержит основание, на котором закреплена пьезоэлектрическая трубка. Трубка имеет электроды на внешней и внутренней поверхностях, а на конце трубки укреплен разрезная пружина, представляющая собой цилиндр с отдельными пружинящими лепестками. В пружине установлен держатель объекта. Для перемещения держателя объекта к электродам пьезотрубки прикладывают импульсное напряжение: трубка плавно удлиняется или сжимается в зависимости от полярности напряжения, и ее конец вместе с пружиной и держателем объекта смещается на некоторое расстояние.

Шаговый двигатель с червячной передачей обладает более сложной конструкцией (рис. 1): передвижение вдоль балки происходит за счет последовательного изменения линейных размеров трех пьезоэлектриков в различных направлениях.

Именно на этом принципе основана работа пьезоэлектрического моторчика (4 мм длиной и 1,8 мм шириной), созданного группой ученых из

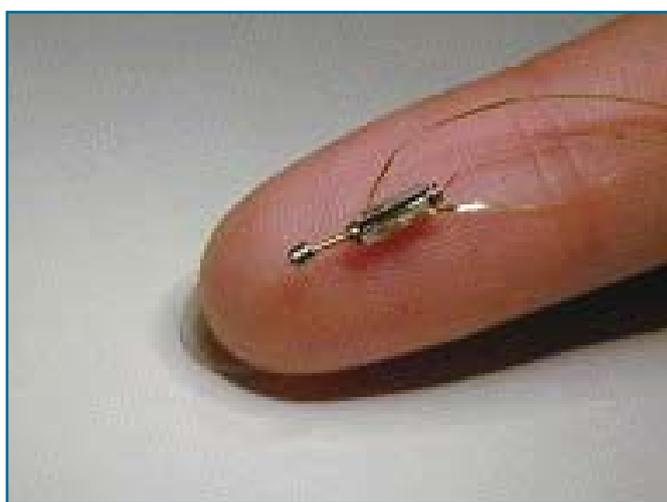


Рис. 2. Шаговый пьезодвигатель Кендзо Учино университета штата Пенсильвания (США) под руководством Кендзо Учино (рис. 2). В первую очередь, такой моторчик должен найти применение в медицине, например, он мог бы управлять зеркальцем эндоскопа.

Применение пьезодвигателей отнюдь не ограничивается *системами нанопозиционирования* – пьезоэлектрические материалы и принципы их работы активно используются в микро- и *наноэлектромеханических системах, наноактюаторах, нановесах, наносенсорах и кантилеверах атомно-силовых микроскопов.*

Интернет-ресурсы:

1. <http://elib.ispu.ru/library/lessons/shishkin/index.html>