

**Динамика внутритрубного мини робота с пьезоэлектрическим приводом.**

**Иванов Алексей Игоревич**

*Студент (магистр)*

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

*E-mail: Altysikka009@mail.ru*

В настоящее время в научной литературе интенсивно разрабатывается тематика, связанная с исследованием миниатюрных внутритрубных роботов. Подобные устройства находят применение в технической диагностике различных типов трубчатых каналов.

В данной работе реализуется нетрадиционный принцип создания движущих сил - управление формой [1, 2] изгиба упругого трёхопорного неразрезного стержня, перемещающегося в канале трубки. Его слоистая структура (пьезокерамика - металл - пьезокерамика и соответствующие проводящие слои) образует пьезоэлектрический актюатор (пьезоактюатор), создающий управляющие воздействия при электрическом нагружении. В соответствии с обратным пьезоэффектом возникает напряжённо-деформированное состояние, соответствующее изгибу.

Для реализации движения в канале малого поперечного размера (менее 0,02 м) предлагается использовать трубку, осевая линия которой, в общем случае, является комбинацией двух кривых: линия постоянной кривизны (скелетная кривая) и линией с периодически изменяющейся кривизной.

На рис. 1 приводится плоская модель устройства, состоящего из трубки 1, лежащей на упругом (в смысле Винклера) основании 2, ползунов 3 и шарнирно связанного с ними трёхопорного неразрезного нерастяжимого стержня 4.

Для иллюстрации принципа движения миниробота по направляющим переменной кривизны под действием внутренних моментов нагружения  $H$  на рис. 2 приводится структура динамических реакций (силы  $R_a, R'_a, R_b, R'_b$  и моментов  $M$ ). При различных геометрических параметрах, реакции  $R'_a$  и  $R'_b$  различны, в следствии чего касательная составляющая  $R_c$  отлична от нуля, что приводит устройство в движение.

Для реализации движения в канале большого поперечного размера (более 0,1 м) предлагается использовать трубку, на внутренней поверхности которой выполнены направляющие специальной формы, которая образуются комбинацией двух кривых: скелетной винтовой линии и геодезической кривой с периодически изменяющейся кривизной.

На рис. 3 приводится модель конструктивной схемы устройства, состоящего из прямолинейной жесткой трубки 1 радиуса  $r$ , направляющей 2, ползунов 3 и шарнирно связанного с ними трёхопорного неразрезного нерастяжимого стержня 4 с равномерно распределённой массой. Положение робота определяется координатой  $s$  на скелетной винтовой линии.

### **Источники и литература**

- 1) Лаврентьев М.А. Об одном принципе создания тяговой силы для движения. // ПМТФ. 1962, № 4. С. 3-9.
- 2) Журавлев В.Ф. Об одной модели механизма движения змеи // ПММ. 2002. Т. 66. Вып. 4. С. 534-538.

### **Иллюстрации**

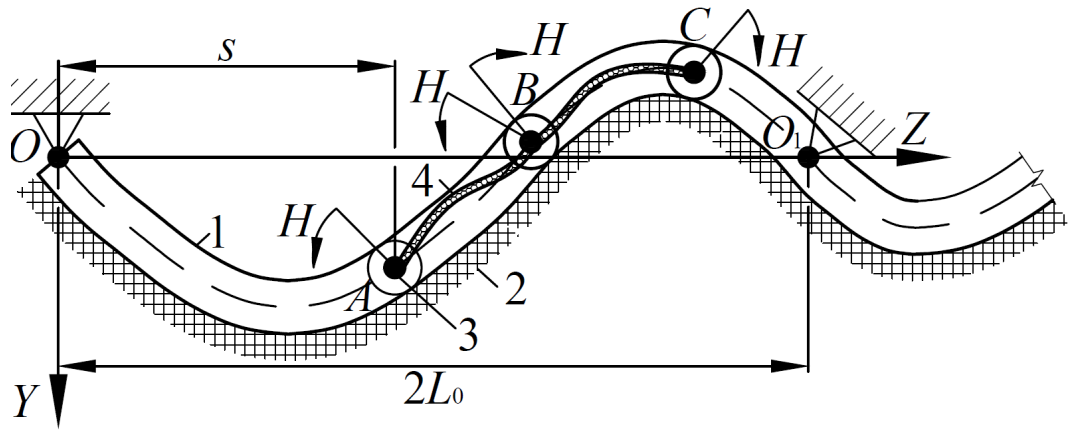


Рис. 1. Динамическая модель устройства при движении в канале малого поперечного сечения

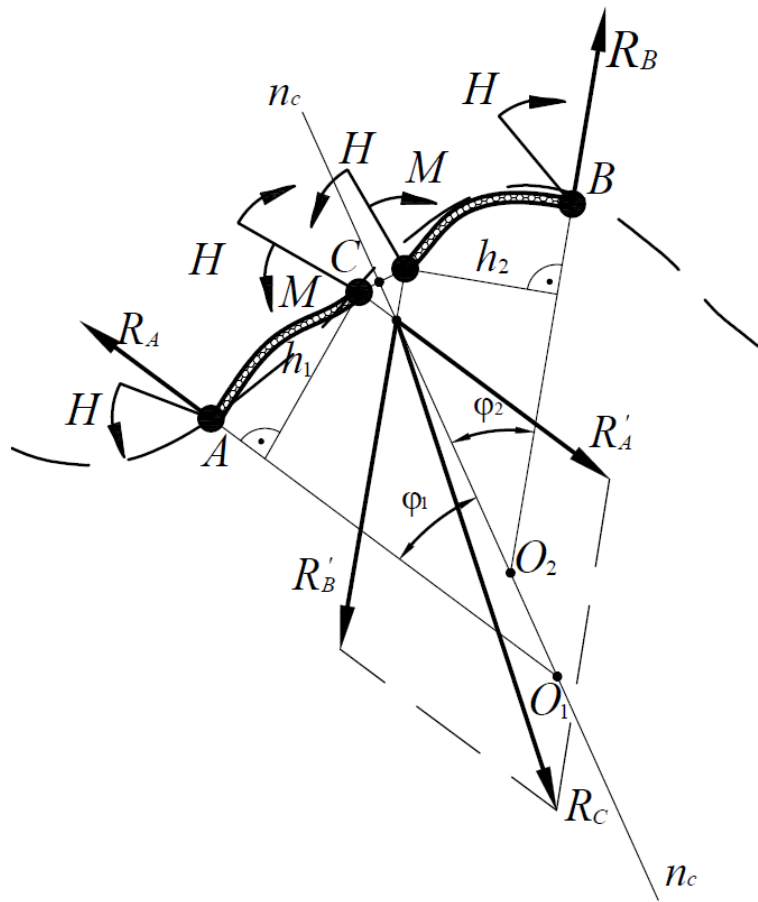


Рис. 2. Структура динамических реакций в элементах модели устройства

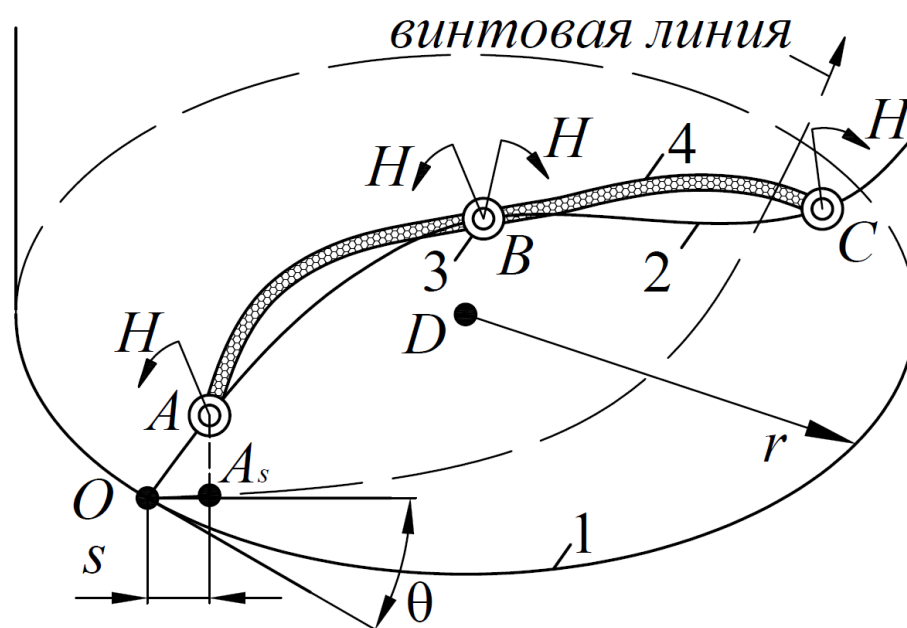


Рис. 3. Динамическая модель устройства при движении в канале большого поперечного размера