



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

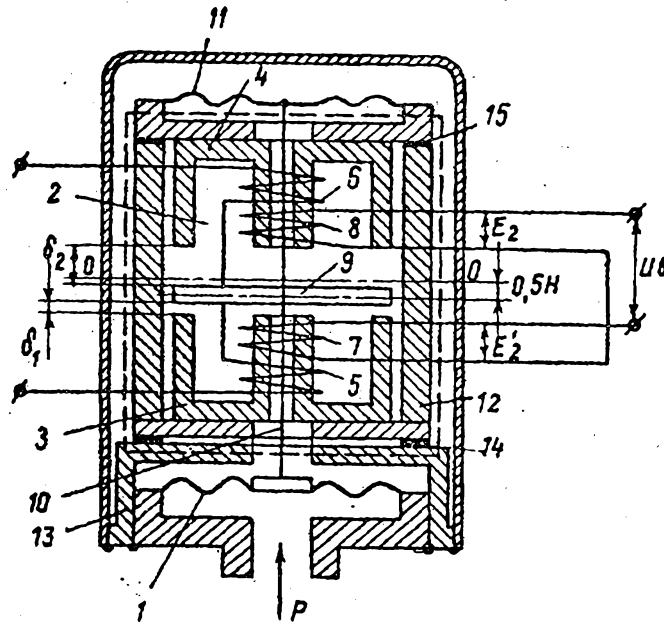
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3898558/24-10
- (22) 22.05.85
- (46) 30.01.87. Бюл. № 4
- (72) А.И.Иоффе
- (53) 531.787 (088.8)
- (56) Патент США № 394615,  
кл. G 01 L 9/10, 1976.

Авторское свидетельство СССР  
№ 263229, кл. G 01 L 9/10, 1967.

- (54) ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ
- (57) Изобретение относится к преобразователям механических величин в электрические и позволяет повысить чувствительность устройства и линейность выходной характеристики. Дифференциально-трансформаторный преоб-

разователь 2 перемещения содержит магнитопроводы 3 и 4 с первичными 5, 6 и вторичными 7, 8 обмотками. Якорь 9, закрепленный на штоке 10, смещен относительно середины зазора между магнитопроводами. Действующее на чувствительный элемент 1 давление перемещает якорь 9, изменяя зазоры между ним и магнитопроводами. Напряжение на выходе датчика пропорционально приложенному давлению. Выполнение зазоров  $\delta_1 = (0,3-0,5)H$ ,  $\delta_2 = (1,3-1,5)H$  обеспечивает практически линейную выходную характеристику при повышенной чувствительности. 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к приборостроению, а именно к преобразователям механических величин в электрические.

Цель изобретения - повышение чувствительности и линейности выходной характеристики.

На фиг. 1 приведена конструктивная схема предлагаемого датчика; на фиг. 2 - выходные характеристики датчиков.

Устройство содержит упругий чувствительный элемент 1, дифференциально-трансформаторный преобразователь 2 перемещения, содержащий два магнитопровода 3 и 4, на которых расположены первичные 5 и 6 и вторичные 7 и 8 обмотки, якорь 9, закрепленный на штоке 10, который одним концом жестко связан с пружиной 11, а другим - с чувствительным элементом 1, стакан 12, на котором закреплены магнитопроводы 3 и 4 и кронштейн 13 с установленным на нем преобразователем 2 перемещения, прокладки 14 и 15, предназначенные для установки требуемых зазоров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  между якорем 9 и магнитопроводами 3 и 4 в процессе сборки датчика. Зазоры  $\delta_1$  и  $\delta_2$  устанавливаются такими, чтобы при давлении, равном нулю, якорь 9 был смещен относительно середины воздушного зазора (линия 0-0) на величину  $0,5H$ , где  $H$  - максимальный ход (диапазон перемещения) чувствительного элемента, и чтобы  $\delta_1 = (0,3-0,5)H$ ;  $\delta_2 = (1,3-1,5)H$ . Первичные обмотки 5 и 6 соединены между собой согласно, вторичные обмотки 7 и 8 - встречно.

Вторичные обмотки выполнены со следующими обмоточными данными: число витков обмотки 7 ( $W_2'$ ) меньше числа витков обмотки 8 ( $W_2$ );  $W_2' = \frac{\delta_1}{\delta_2} W_2$ . Датчик работает следующим образом.

При подаче напряжения питания на первичные обмотки трансформаторного преобразователя 2 в них течет ток  $I$ , который возбуждает в магнитопроводе 3 магнитный поток  $\Phi_1$ , а в магнитопроводе 4 - магнитный поток  $\Phi_2$ . При этом во вторичной обмотке 7 наводит ЭДС

$$E_2' = \omega W_2' \Phi_1, \quad (1)$$

где  $\omega$  - частота напряжения питания;

$W_2$  - число витков в обмотке 7, а во вторичной обмотке 8

$$E_2 = \omega W_2 \Phi_2, \quad (2)$$

где  $W_2$  - число витков в обмотке 8.

Так как вторичные обмотки 7 и 8 включены встречно, напряжение на выходе датчика

$$\Delta E = E_2 - E_2' \quad (3)$$

Подставив выражения (1) и (2) в (3), получаем

$$\Delta E = \omega (W_2 \Phi_2 - W_2' \Phi_1). \quad (4)$$

При подаче в датчик давления  $P$  центр чувствительного элемента 1 перемещается пропорционально давлению и перемещает якорь 9 вверх (к магнитопроводу 4). При этом изменяются воздушные зазоры между якорем и магнитопроводами и на выходе датчика появляется напряжение, увеличивающееся с увеличением давления.

Определим зависимость выходного напряжения датчика от перемещения якоря ( $h$ ).

Магнитный поток связан с перемещением якоря следующим образом:

$$\Phi_1 = \frac{IW_1}{R_{\mu 1}} = \frac{IW_1 S \mu_0}{2(\delta_1 + h)}; \quad (5)$$

$$\Phi_2 = \frac{IW_1}{R_{\mu 2}} = \frac{IW_1 S \mu_0}{2(\delta_2 - h)}, \quad (6)$$

где  $R_{\mu 1}$  и  $R_{\mu 2}$  - магнитное сопротивление воздушного зазора соответственно между якорем и магнитопроводом 3, якорем и магнитопроводом 4,

$$R_{\mu 1} = 2 \frac{\delta_1 + h}{\mu_0 S};$$

$$R_{\mu 2} = 2 \frac{\delta_2 - h}{\mu_0 S};$$

где  $\delta_1$  и  $\delta_2$  - величины воздушных зазоров соответственно между якорем и магнитопроводом 3, якорем и магнитопроводом 4 при нулевом положении якоря (фиг.1);

$W_1$  - число витков в обмотках 5 и 6;

- h - перемещение чувствительного элемента;  
 S - площадь торцов внутреннего и крайнего полюсов магнитопровода;  
 $\mu_0$  - магнитная проницаемость воздуха.

Подставив выражения (5) и (6) в (4), получаем

$$\Delta E = K \left( \frac{1}{\delta_2 - h} - \frac{n}{\delta_1 + h} \right), \quad (7)$$

где  $K = \frac{\omega W_1 W_2 \cdot I \cdot S \mu_0}{2}$  - постоянный коэффициент, определяемый конструктивными параметрами датчика;

$$h = \frac{W_2^1}{W_2} \quad (8)$$

Определим значение n, необходимое для получения  $\Delta F = 0$  при  $h = 0$ . Из выражения (7) находим, что данное условие выполняется при  $n = \frac{\delta_1}{\delta_2}$ . Подставив выражения (8) в (7), получаем

$$\Delta E = K \left( \frac{1}{\delta_2 - h} - \frac{\delta_1}{\delta_2(\delta_1 + h)} \right) \quad (9)$$

Чувствительность и линейность выходной характеристики предлагаемого датчика выше по сравнению с известным.

В известных датчиках число витков во вторичных обмотках одинаковое ( $W_2 = W_2^1$ ) и якорь находится в среднем положении между магнитопроводами при давлении, равном нулю, т.е.  $\delta_1 = \delta_2 = \delta_0$ . При этом уравнение (9) принимает вид:

$$\Delta E = K \left( \frac{1}{\delta_0 - h} - \frac{1}{\delta_0 + h} \right) = K \frac{2h}{\delta_0^2 - h^2} \quad (10)$$

Анализ уравнения (10) показывает, что чувствительность известного датчика уменьшается пропорционально  $\delta_0^2$ , а нелинейность его характеристики зависит от отношения  $\frac{h}{\delta_0}$ . Для повышения линейности характеристики необходимо уменьшать отношение  $\frac{h}{\delta_0}$ . Согласно проведенным исследованиям

отношение  $\frac{h}{\delta_0}$  должно быть не более 0,4. Указанное отношение  $\frac{h}{\delta_0}$  при заданном значении h можно получить увеличением  $\delta_0$ , однако при этом падает чувствительность датчика.

Для сравнения выходных характеристик известного и предлагаемого датчиков построим, пользуясь уравнениями (9) и (10), зависимости

$$\frac{\Delta E}{K} = f(h) \text{ для обоих датчиков.}$$

Зависимости  $\frac{\Delta E}{K} = f(h)$  для диапазона перемещений якоря  $h = 0,8$  мм приведены на фиг. 2, где кривая 1 - характеристика предлагаемого датчика при  $\delta_1 = 0,4$  мм,  $\delta_2 = 1,2$  мм ( $\delta_1 = 0,5H$ ,  $\delta_2 = 1,5H$ ); кривая 2 - характеристика известного датчика при  $\frac{h}{\delta_0} = 0,8$  ( $\delta_0 = 1$  мм); кривая 3 - характеристика известного датчика при  $\frac{h}{\delta_0} = 0,4$  ( $\delta_0 = 2$  мм).

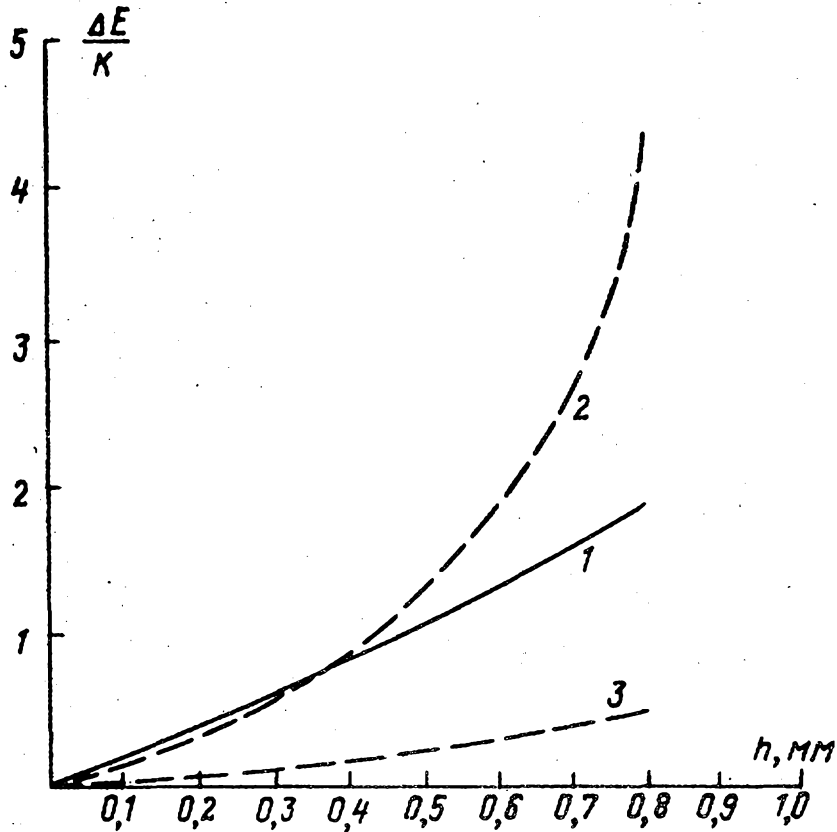
Анализ приведенных на фиг. 2 выходных характеристик предлагаемого и известного датчиков показывает, что при большей чувствительности предлагаемый датчик имеет практически линейную выходную характеристику, известный - существенно нелинейную (кривые 1 и 2), а при примерно одинаковой линейности выходной характеристики чувствительность предлагаемого датчика в 4 раза выше по сравнению с известным (кривые 1 и 3).

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Датчик давления, содержащий упругий чувствительный элемент и дифференциально-трансформаторный преобразователь перемещения, выполненный в виде двух трансформаторов, между магнитопроводами которых расположен якорь в виде диска, жестко связанный с чувствительным элементом, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности и линейности выходной характеристики, в нем якорь смещен относительно середины зазора между магнитопроводами и образует с торцом первого магнитопровода, установленного со стороны чувствительного элемента, зазор  $\delta_1 = (0,3-0,5)H$ , а с торцом второго магнито-

провода - зазор  $\delta_2 = (1,3-1,5)H$ , где  $H$  - максимальный ход чувствительного элемента, при этом число витков вторичной обмотки первого трансформатора

тора  $W_2' = -\frac{\delta_1}{\delta_2} W_2$ , где  $W_2$  - число витков вторичной обмотки второго трансформатора.



Фиг. 2

Составитель А.Соколовский

Редактор А.Огар

Техред Л.Олейник

Корректор В.Бутяга

Заказ 7703/40

Тираж 776

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная,4.