

Л. А. БРОВКИН, В. Б. ГУМЕННИКОВ, В. Г. НИКИТИН

## АВТОКОМПЕНСАЦИОННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

При создании автоматических информационно-измерительных приборов основные требования точности, надежности и взаимозаменяемости предъявляются к первичным преобразователям и компенсирующим элементам.

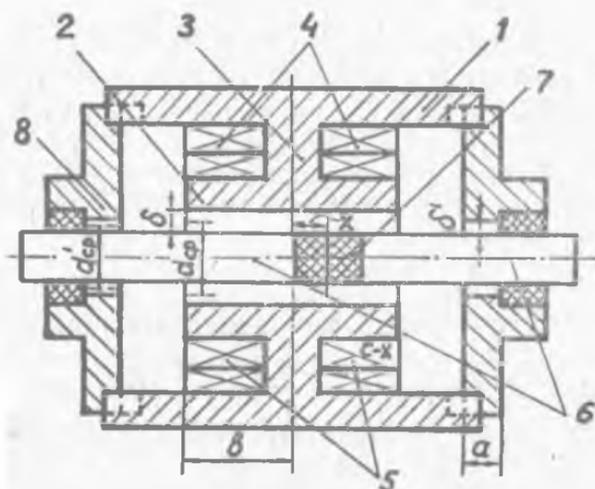


Рис. 1.

Авторами разработан первичный преобразователь трансформаторного типа для динамического режима работы, внешний вид которого представлен на рис. 1. Преобразователь имеет неподвижный магнитопровод, состоящий из двух коаксиальных цилиндров 1 и 2, соединенных средней перемычкой 3. В кольцевых пазах магнитопровода расположены обмотки: возбуждения 4 и измерительная 5. Подвижный магнитопровод имеет также цилиндрическую форму и состоит из двух ферромагнитных частей

6, разделенных немагнитной прокладкой 7. Внешний магнитопровод замыкается посредством торцовых крышек 8, позволяющих симметризовать магнитную цепь преобразователя. Разработанный преобразователь весьма прост и технологичен в изготовлении и отмечается повышенной надежностью ввиду отсутствия подвижных токоподводов. Выходная э. д. с., без учета сопротивления стали, определяется выражением

$$E_n = -j \omega \dot{I}_B W_B W_n (Y_n - Y_{np}), \quad (1)$$

где  $\omega$  — круговая частота питающего напряжения;

$\dot{I}_B$  — ток в обмотке возбуждения;

$W_B$  — число витков обмотки возбуждения;

$W_n$  — число витков измерительной обмотки;

$Y_n$  и  $Y_{np}$  — проводимости соответственно левой и правой половин рабочего воздушного зазора  $\delta$ .

В среднем положении подвижного сердечника  $Y_n = Y_{np}$  и  $E_n = 0$ . В общем случае без учета потоков рассеяния и выпучивания суммарная прсводимость рабочего воздушного зазора  $Y_\Sigma$  выражается формулой

$$Y_\Sigma = 2\mu_0\pi \frac{d_{cp} (d'_{cp})^2 a^2}{d_{cp}^2 \left(\frac{\delta'}{\delta}\right)^2 (c^2 - x^2) + (d'_{cp})^2 a^2 \delta^2 + 2d'_{cp} d_{cp} ac \delta} x. \quad (2)$$

Из выражения (2) видно, что суммарная магнитная проводимость является нелинейной функцией перемещения  $x$ , однако при соответствующем выборе параметров ( $\delta' \ll \delta$ ;  $c \gg x_{max}$ ) эта нелинейность сводится к пренебрежению малой величиной, и упрощенное выражение для проводимости можно записать в виде

$$Y_\Sigma = 2\mu_0\pi \frac{d_{cp}}{\delta} x. \quad (3)$$

Отсюда величина выходной э. д. с. определится выражением

$$E_n = -j \omega \dot{I}_B W_B W_n 2\mu_0 \pi \frac{d_{cp}}{\delta} x. \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) с достаточной степенью точности пригодны для инженерного расчета преобразователя.

Экспериментальные исследования, проводимые на потенциометре переменного тока типа Р 56/2, показали следующие характеристики разработанного преобразователя:

1) нелинейность выходной статической характеристики в диапазоне перемещений  $\pm 1$  мм —  $\epsilon_n \leq 0,15\%$ ,

2) максимальная фазовая погрешность —  $\Delta\varphi_{max} \leq 30$ ,

3) чувствительность при  $U_B = 4$  в —  $S \approx 200$  мв/мм,

4) остаточный сигнал в нулевом положении —  $\Delta E_{ост} < 50$  мкв.

Значительное влияние на работу автокомпенсационного прибора оказывает компенсирующий преобразователь, являющийся звеном обратной связи.

Были разработаны бесконтактные компенсирующие преобразователи (БКП) трансформаторного типа. Угловой вариант подобного преобразователя для приборов с круглой шкалой приведен на рис. 2.

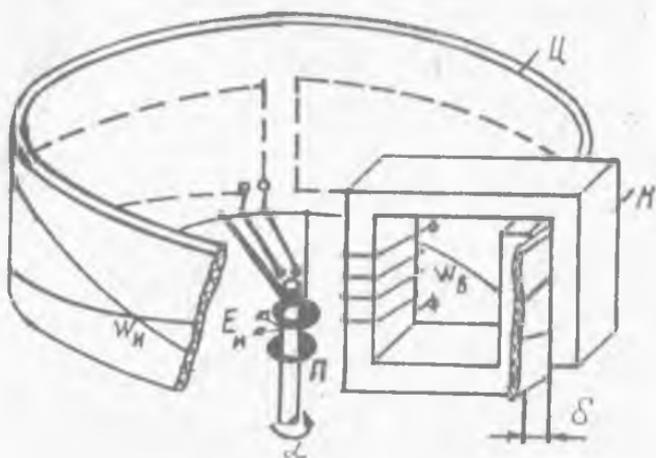


Рис. 2.

БКП состоит из магнитопровода  $M$ , имеющего Б-образную форму с обмоткой возбуждения  $W_B$  и изоляционной платой  $\Gamma$  с измерительной обмоткой  $W_H$ . Постоянная магнитная цепь преобразователя обеспечивает высокую линейность выходной статической характеристики и малую фазовую погрешность. Э. д. с. измерительной обмотки определяется выражением

$$\dot{E}_H = -j \omega W_B W_H I_B g_y \alpha, \quad (5)$$

где  $g_y$  — удельная магнитная проводимость;  
 $\alpha$  — угол поворота подвижной части.

Нелинейность характеристики БКП не превышает 0,1%, что позволяет применять подобные элементы при создании приборов высокого класса точности.

На рис. 3 приведена упрощенная принципиальная схема созданного авторами автокомпенсационного прибора для контроля динамических процессов с использованием описанных элементов. Весьма важным вопросом при разработке подобных приборов является согласование фазы сигнала с измерительного и компенсирующего преобразователей, т. к. в противном случае на входе усилителя постоянно имеется квадратурная составляющая напряжения небаланса, ухудшающая динамические свойства прибора и приводящая к дополнительной погрешности измерений.

При равенстве модулей измеряемого  $\dot{E}_H$  и компенсирующего  $\dot{E}_K$  напряжений величина напряжения небаланса на входе усилителя определяется формулой



и пригодны для измерения самых разнообразных переменных процессов, параметры которых могут быть преобразованы в перемещение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куликовский Л. Ф. «Автоматические информационно-измерительные приборы». «Энергия», 1966.

2. Куликовский Л. Ф., Бровкин Л. А., Лихтциндер Б. Я. «Автоматические приборы с бесконтактными компенсирующими преобразователями». «Энергия», 1967.

3. Samuel Seely. «Electromecanical energy convergion», 1962.

---