

квадратурного источника питания подается на высокочастотный генератор через частотный модулятор b , в результате этого осуществляется дополнительная частотная модуляция и выходной ток генератора описывается выражением:

$$I_r = I_{m_0} [1 + m \sin(\omega t + \varphi)] \sin(\Omega t + \beta \sin \Omega_{оп} t) \quad (15)$$

где $m = \frac{k \Theta}{I_{m_0}}$ — глубина амплитудной модуляции.

Θ и φ — пространственные координаты, пропорциональные соответственно глубине модуляции и фазовому сдвигу модулирующего тока.

На основе рассмотренных преобразователей разработан совмещенный измерительный преобразователь для определения направления и скорости газовых потоков [5], для обработки сигнала с которого разработана информационно-измерительная система, принцип действия которой рассмотрен в работе М. А. Евдокимова и Е.М. Карпова (см. настоящий сборник).

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликовский Л. Ф., Карпов Е. М., Завьялов В. Г., Меркулов К. Г. Устройство для определения направления потока газа или жидкости. Авт. свид. № 249799.
2. Карпов Е. М., Меркулов К. Г., Завьялов В. Г. Устройство для определения направления потока газа или жидкости. Авт. свид. № 277423.
3. Куликовский Л. Ф., Карпов Е. М., Буканов Ф. Ф. Устройство для преобразования пространственного угла. Авт. свид. № 269743.
4. Карпов Е. М., Буканов Ф. Ф., Меркулов К. Г. Устройство для преобразования пространственного угла. Авт. свид. № 301728.
5. Карпов Е. М., Меркулов К. Г., Евдокимов М. А. Устройство для измерения вектора скорости воздушного потока. Авт. свид. № 301617.

Н. Е. Конюхов, В. Г. Никитин

ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Преобразователи перемещения в электрический сигнал являются наиболее распространенными элементами информационно-измерительных систем. В связи с повышением требований по точности, повторяемости характеристики и ее стабильности в настоящее время наметилась тенденция по созданию преобразователей с коррекцией амплитудно-фазовой характеристики [11].

В простейшем случае в качестве такого преобразователя может быть выбран дифференциально-трансформаторный датчик, показанный на рис. 1. С помощью обмоток возбуждений 2,

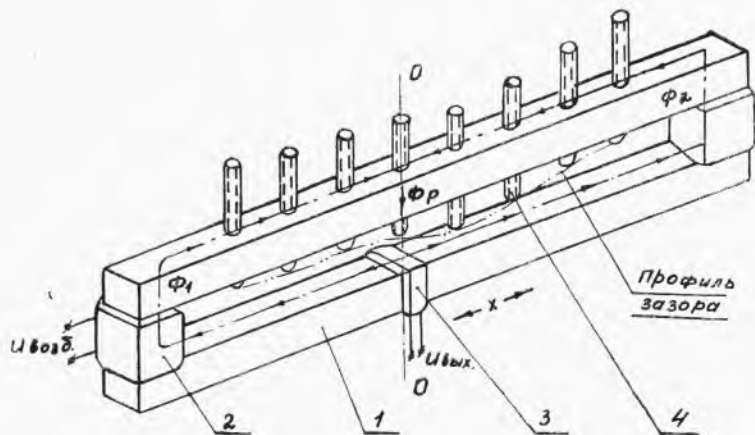


Рис. 1

включенных встречно, создаются магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , пронизывающие измерительную обмотку 3.

Величина напряжений U_1 и U_2 зависит от изменения сопротивления воздушного зазора и выражается формулами

$$U_1 = \frac{1}{2} \omega \cdot I \cdot W_1 \cdot W_{II} \cdot G_{\beta_1} \sin(\omega t + \varphi');$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \omega \cdot I \cdot W_2 \cdot W_{II} \cdot G_{\beta_2} \sin(\omega t + \varphi''); \quad (1)$$

где ω — круговая частота; W_1 , W_2 — число витков обмоток возбуждения; W_{II} — число витков измерительной обмотки; G_{β_1} , G_{β_2} — магнитные проводимости соответственно для потоков Φ_1 , Φ_2 ; φ' — угол сдвига фазы напряжения U_1 относительно напряжения питания; φ'' — угол сдвига фазы напряжения U_2 относительно напряжения питания; I — ток обмотки возбуждения.

Вследствие встречного действия потоков Φ_1 и Φ_2 э. д. с. на выходе измерительной обмотки, при ее симметричном расположении относительно магнитной нейтрали 00 определяется формулой

$$\Delta U_{II} = \Delta U \sin(\omega t - \varphi_2),$$

$$\text{где } \Delta U = \sqrt{(U_1')^2 + (U_2')^2 - 2U_1'U_2' \cos(\varphi' - \varphi'')}; \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{U_1' \sin \varphi' - U_2' \sin \varphi''}{U_1' \cos \varphi' - U_2' \cos \varphi''} \quad (3)$$

$$U_1' = \frac{1}{2} \omega I W_1 W_{II} G_{\beta_1},$$

$$U_2' = \frac{1}{2} \omega I W_2 W_{II} G_{\beta_2},$$

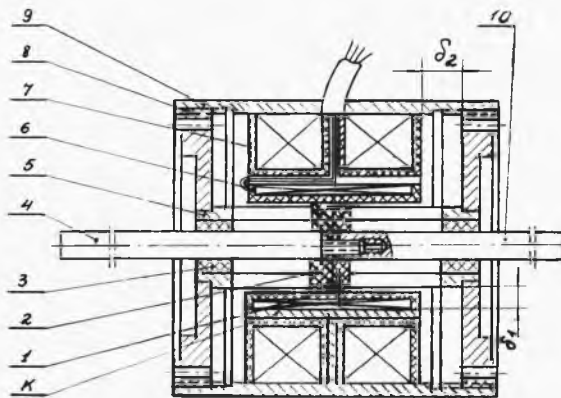


Рис. 2

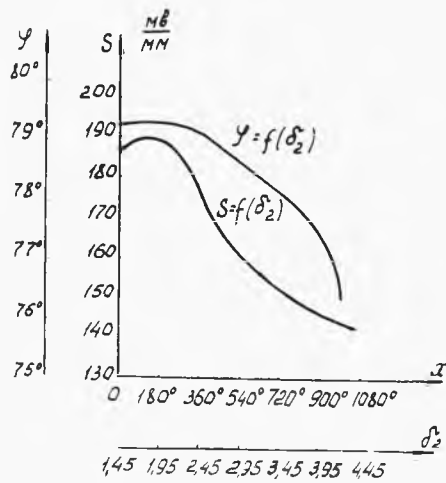


Рис. 3.

где φ_2 — суммарный угол сдвига фазы выходного напряжения относительно напряжения питания.

Из выражения (2) видно, что основным условием отсутствия первой гармоники в остаточном сигнале ΔU датчика является равенство

$$\varphi' = \varphi'', \quad U_1' = U_2'.$$

Учитывая равенство (1) и, что $\varphi' = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg} \frac{\omega L_1}{R_1}$, а $\varphi'' = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg} \frac{\omega L_2}{R_2}$ окончательно имеем:

$$\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}; \quad W_1 G_{\beta_1} = W_2 G_{\beta_2}. \quad (4)$$

где L_1, R_1, L_2, R_2 — соответственно индуктивности и активные сопротивления обмоток W_1, W_2 . Обмотки 2 могут быть изготовлены с высокой точностью, поэтому основная трудность заключается в обеспечении равенства $G_{\beta_1} = G_{\beta_2}$. Последнее можно достаточно просто обеспечить путем применения ферромагнитных винтов 4, изменяющих конфигурацию воздушного зазора. Имея набор таких винтов вдоль верхнего стержня магнитопровода, можно получать различные функциональные зависимости выходного напряжения от координаты перемещения измерительной обмотки.

Наиболее эффективна конструкция преобразователя, представленного на рис. 2 [2]. С помощью обмотки возбуждения создается равномерный магнитный поток в рабочем зазоре, а поворотом регулируют амплитудно-фазовую характеристику. При этом изменяется величина нерабочего воздушного зазора δ_2 , что приводит к изменению чувствительности и фазы выходного напряжения рис. 3.

Датчик, представленный на рис. 2, состоит из следующих основных частей: 1 — кольцо крепления измерительной катушки; 2 — сухарь; 3 — втулка; 4 — ось; 5 — магнитопровод; 6 — измерительная катушка; 7 — катушка возбуждения; 8 — крышка регулировочная; 9 — корпус; 10 — ось.

Магнитопровод преобразователя состоит из 3-х coaxиальных цилиндрических сердечников 5; 9; К; Сердечники 5 и 9 соединены по торцам крышками 8, а сердечники 9 и К выполняются как одно целое с перемычкой в средней части. Катушка возбуждения 7 состоит из 2 секций, соединенных последовательно и встречно и расположенных между сердечниками 9 и К. Измерительная катушка 6 охватывает сердечник 5 и может перемещаться вдоль рабочего зазора.

Подобные преобразователи имеют высокую повторяемость характеристики от образца к образцу, что позволяет достаточно просто получать унифицированные выходные сигналы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конюхов Н. Е., Медников Ф. М. «Трансформаторный преобразователь малых линейных перемещений» а. с. № 220773 Бюлл. изобр. № 20, 1968 г.

2. Куликовский Л. Ф., Конюхов Н. Е., Медников Ф. М. Трансформаторные функциональные преобразователи с профилированными вторичными контурами», М., «Энергия», 1974.

Н. Е. Конюхов, В. Г. Никитин

САМОСТАБИЛИЗИРУЮЩИЙСЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Существенным недостатком индуктивных и трансформаторных преобразователей перемещения является зависимость выходной э. д. с. от колебания напряжения источника питания. Применяемые стабилизаторы напряжений громоздки, не обеспечивают иногда необходимой точности, значительно ухудшают форму выходного сигнала.

Изыскание новых методов стабилизации выходных характеристик преобразователей представляет собой весьма важную задачу. Одним из возможных решений данной задачи является введение в преобразователь дополнительной сигнальной и компенсационной обмоток и применение фазочувствительного усилителя. Положительный эффект от введения указанных дополнительных элементов достигается, исходя из нижеследующих соображений. У дифференциальных преобразователей перемещения существует магнитная нейтраль, стабильность которой определяет стабильность выходной характеристики. При изменении напряжения возбуждения симметрия магнитной цепи на-

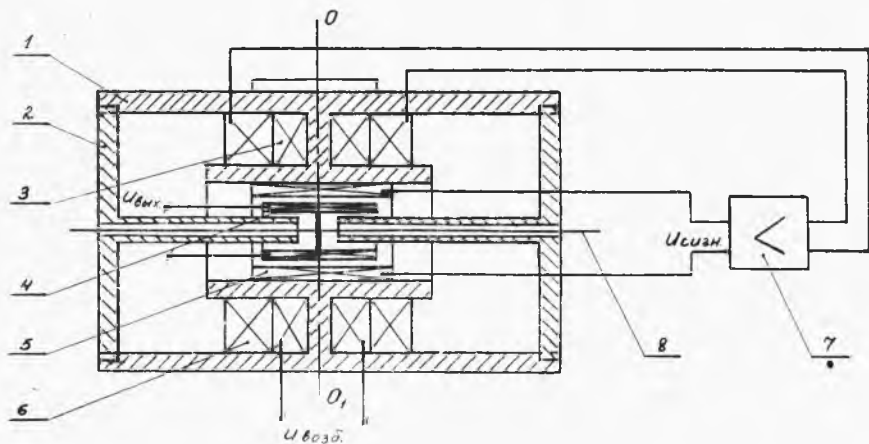


Рис. 1.