

проектировать индуктивные преобразователи с заданной статической характеристикой и необходимой точностью.

Л и т е р а т у р а

1. З а р и п о в М.Ф., С т а р о б и н с к и й Н.М., Л и м а н о в И.А. Дифференциальный индуктивный датчик перемещений. Авторское свидетельство № 403955. Бюллетень № 43, 1973.
2. З а р и п о в М.Ф., Л и м а н о в И.А. Индуктивные датчики с улучшенными метрологическими характеристиками. Уфа, 1974.

В.Г. Никитин

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Трансформаторные преобразователи перемещения в электрический сигнал нашли широкое применение в информационно-измерительных системах благодаря высокой надежности, точности и взаимозаменяемости [1].

Среди известных конструкций преобразователей наиболее предпочтительна конструкция с магнитной цепью, показанной на рис.1. [2]. В рабочем зазоре магнитной цепи распределение магнитного поля практически линейное, что и обуславливает высокие метрологические характеристики такого преобразователя.

В настоящее время наиболее распространенной оценкой точности преобразователей перемещения является степень нелинейности их характеристики. Однако такая оценка недостаточна, поскольку она не отражает основные свойства преобразователей.

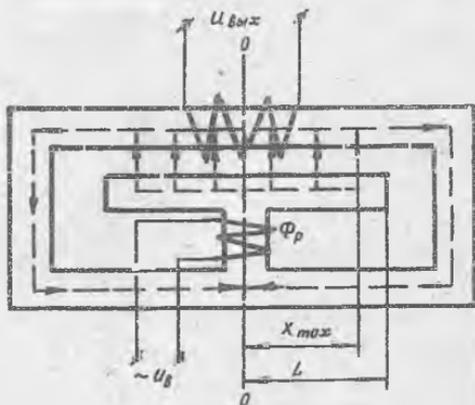


Рис.1

Наиболее эффективно использовать информационные оценки, изложенные в [3] применительно к преобразователям перемещения.

На рис.2 показана реальная характеристика дифференциально-транс-

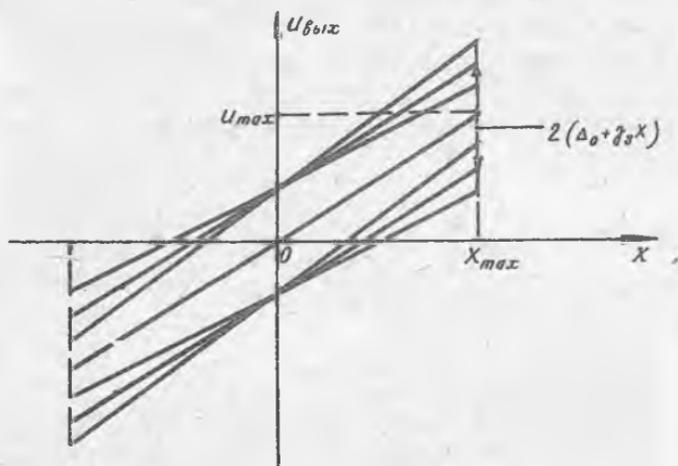


Рис.2

форматорного преобразователя перемещения. Здесь абсолютное значение текущей погрешности определяется двучленной формулой

$$\Delta = \Delta_0 + \gamma_s x, \quad (I)$$

где Δ_0 - абсолютное значение погрешности "нуля" преобразователя; γ_s - относительная погрешность от изменения чувствительности; x - текущая координата перемещения измерительной обмотки.

Погрешность нуля Δ_0 возникает из-за геометрической, магнитной и электрической несимметрии магнитопровода относительно оси симметрии OO . При этом в измерительной обмотке существует "остаточный" сигнал $U_{ост}$, содержащий в общем случае квадратурную составляющую и нечетные гармоники.

Величина $U_{ост}$ создает неопределенность в отсчете координаты перемещения X . Эту неопределенность в единицах перемещения можно определить по формуле

$$\Delta_0 = \frac{U_{ост}}{S} = \frac{U_{ост} X_{max}}{U_{max}} \quad (мм), \quad (2)$$

где S - чувствительность преобразователя; X_{max} - максимальная координата перемещения, ограниченная потоками рассеяния ($\ell - X_{max}$); U_{max} - максимальное значение выходного сигнала при координате X_{max} .

Таким образом, нижний диапазон перемещения ограничен величиной Δ_0 , а верхний - координатой потока рассеяния.

Относительная погрешность от изменения чувствительности обуславливается влиянием сопротивления стали и может быть оценена степенью нелинейности ε [I]. Таким образом, формулу (I) можно записать в виде

$$\Delta = \frac{U_{ocm} X_{max}}{U_{max}} + \varepsilon x \quad (mm). \quad (3)$$

Выражение (3) является более удобным, поскольку в нем взаимосвязаны U_{ocm} , U_{max} , ε , X_{max} .

Для характеристики полного диапазона перемещения преобразователя удобно пользоваться безразмерной величиной

$$D = \frac{X_{max}}{\Delta_0} \frac{S X_{max}}{U_{ocm}}. \quad (4)$$

В качестве рабочего диапазона перемещения можно взять длину перемещения обмотки, при которой относительная погрешность остается постоянной в определенных пределах.

Разрешающая способность преобразователя перемещений представляет число достоверно различимых градаций результатов измерения на всем диапазоне перемещения измерительной обмотки. В общем случае, при наличии погрешности нуля и погрешности чувствительности, разрешающая способность определяется по формуле

$$R = \frac{1,15}{\gamma_s} \lg \frac{\gamma_0 \frac{\gamma_0}{\gamma_s} + 1}{\frac{\gamma_0}{\gamma_s} + \frac{1}{D}}, \quad (5)$$

где $\gamma_0 = \frac{\Delta_0}{x}$ - приведенная погрешность нуля преобразователя.

Наиболее полной оценкой преобразователей перемещения является их информационная способность, определяемая в общем случае равенством

$$N = \frac{1,15 \lg D}{\gamma_s + \gamma_0 \frac{D-1}{2,3 \lg D}}. \quad (6)$$

Здесь в должном соотношении учитываются важнейшие характеристики преобразователей: величина остаточного сигнала, погрешность от изменения чувствительности и рабочий диапазон перемещения.

Л и т е р а т у р а

1. Куликовский Л.Ф., Конюхов Н.Е., Мелников Ф.И. Трансформаторные функциональные преобразователи с профилированными вторичными контурами. М., "Энергия", 1971.
2. Конюхов Н.Е., Мелников Ф.И. Трансформаторный преобразователь линейных перемещений повышенной точности. Авторское свидетельство № 199718. Бюллетень изобретений № 20, 1968.
3. Новицкий П.В. Основы информационной теории измерительных устройств. М.-Л., "Энергия", 1966

Ю.С. Быховский

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ

ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В ВИХРЕТОКОВОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ

В работе [1] предложена методика определения эквивалентных параметров вихрекового преобразователя (ВТП) L_2 и R_2 при питании его токами произвольной формы и при изменении параметров объекта контроля. Для оценки длительности переходного процесса в системе ВТП-объект контроля при изменении питающего тока используются $\tau_2 = \frac{L_2}{R_2}$ и $\tau_{02} = \frac{L_{2\text{внз}}}{R_{2\text{внз}}}$ - при изменении параметров объекта контроля ($L_{2\text{внз}}$ и $R_{2\text{внз}}$ - эквивалентные вносимые параметры ВТП). Однако приведенный в [1] расчет τ_2 и τ_{02} сделан в предположении, что спектры питающего тока и изменения параметров объекта контроля узкополосные. В случае широкополосных спектров расчеты усложняются в связи с необходимостью вычисления интегралов, которые не выражаются через элементарные функции.

В настоящей работе приведен расчет $L_{2\text{внз}}$, $R_{2\text{внз}}$ и τ_{02} для наиболее употребительных форм тока питания ВТП. Чтобы вычислить τ_2 , необходимо определить $L_2 = L_0 - L_{2\text{внз}}$ и $R_2 = R_0 + R_{2\text{внз}}$, где L_0 и R_0 - индуктивность и сопротивление ВТП без влияния объекта контроля.

Расчеты эквивалентных параметров $L_{2\text{внз}}$ и $R_{2\text{внз}}$ приведены для случая питания ВТП импульсами тока $i = I \cos 2\pi f_0 t$ при $-\frac{T}{2} < t < \frac{T}{2}$ различной длительности T и частоты заполнения $f_0 = \frac{1}{T_0}$ для трех значений электропроводности объекта контроля: $\sigma_1 = 50 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{Ом м}}$; $\sigma_2 = 5 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{Ом м}}$; $\sigma_3 = 0,5 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{Ом м}}$ при зазорах $z_1 = 0,15R$ и $z_2 = 0,075R$ (R - радиус катушки ВТП). Можно считать, что при $T \gg T_0$ такой