

М. Ф. ЗАРИПОВ, Э. У. ИБРАГИМОВ, Г. Р. ШАЯКУБОВ
(Ташкент)

АППРОКСИМАЦИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОМОДУЛЯЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ

В современной технике широко применяются электромагнитные устройства (магнитные усилители, феррозонды и т. п.), работающие при воздействии одновременно двух и более магнитных полей. К таким устройствам относятся и магнитомодуляционные датчики линейных скоростей и перемещений, основанные на изменении удельного магнитного сопротивления ρ_{μ} участка магнитной цепи переменному потоку в функции величины постоянного магнитного потока.

Магнитомодуляционные датчики линейных скоростей и перемещений (рис. 1) представляют собой удлиненный S-образный (или \square -образный) магнитопровод 1 с двумя встречно включенными секциями обмотки возбуждения 7, 8, расположенными на торцах среднего стержня [1] основания провода, которое выполнено в виде замкнутых колец из пермаллоя. На каждом из этих колец намотаны две одинаковые катушки индуктивности (2, 3, 4 и 5), соединенные между собой по мостовой схеме. Средний стержень магнитопровода охвачен подвижной подмагничивающей обмоткой 6, жестко связанной с контролируемым объектом.

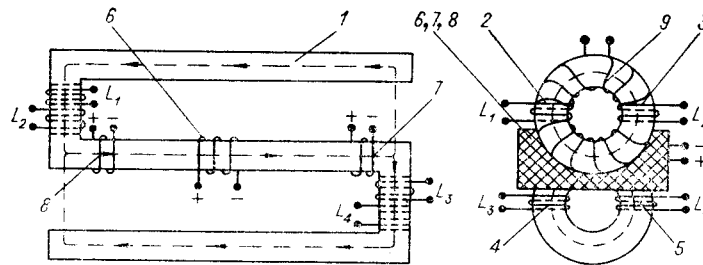


Рис. 1.

При регистрации линейных перемещений подмагничивающая обмотка 6 подключается к источнику постоянного тока. При перемещении подвижной обмотки в ту или иную сторону от центра изменяется подмагничивающий постоянный поток, протекающий через основания, вследствие чего изменяются удельные магнитные сопротивления ρ_{μ} оснований. В результате изменяются индуктивности катушек и соответственно выходное напряжение моста.

Для регистрации линейных скоростей необходимо к источнику постоянного тока подключить последовательно и встречно включенные секции обмотки возбуждения 7, 8, а подмагничивающую обмотку 6 замкнуть накоротко. При перемещении короткозамкнутой подмагничивающей обмотки 6 с линейной скоростью V в ней индуктируется ток, создающий подмагничивающий постоянный магнитный поток. В результате этого по аналогии с датчиком перемещения на выходе моста изменится переменное напряжение, зависящее от величины контролируемой скорости.

Анализ метрологических характеристик [2] описанных датчиков, обеспечивающих высокую чувствительность, весьма затруднителен без аппроксимации зависимости $\rho_{\mu} = f(B_{-})_{B_{\sim}}$ магнитного материала основания.

В литературе [3, 4] зависимости $\rho_{\mu} = f(B)$ получены либо при воздействии одной магнитной индукции (B_{\sim} или B_{\pm}), либо при комбинированном воздействии двух индукций, но совпадающих по направлению. Ниже решается задача экспериментального определения $\rho_{\mu} = f(B)$ и аппроксимации такой зависимости применительно к описанному датчику. При этом учитывается одновременное воздействие индукции B_{\sim} переменного магнитного поля и индукции B_{\pm} постоянного магнитного поля. Для

этого через отверстие основания (см. рис. 1) намотана вспомогательная обмотка 9, равномерно распределенная по периметру отверстия и включенная к источнику переменного тока. Для определения значений индукции использованы последовательно и согласно соединенные обмотки 2, 3. Результаты экспериментов $B_{\sim} = f(I_{\sim})$ над образцом из пермаллоя (с размерами: $S = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ — сечение основания магнитопровода)

$$B_{\sim} = \frac{E}{\omega S W_{II}}, \quad (1)$$

где E — э. д. с., индуктированная в последовательно соединенных обмотках 2, 3; ω — угловая частота питания; S — сечение основания магнитопровода; W_{II} — число витков обмоток 2, 3. Затем обмотку 8 подключаем к источнику постоянного тока и при заданном неизменном значении переменного тока (индукции B_{\sim}) значение постоянного тока $I_{=}$ увеличиваем от нуля до максимума, определяя

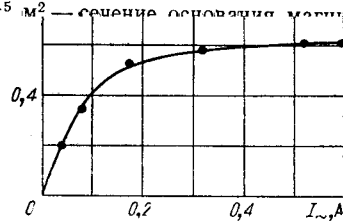


Рис. 2.

для каждых фиксированных значений $I_{=}$ и I_{\sim} э. д. с. E в обмотках 2, 3.

Удельное магнитное сопротивление пермаллоя определяется из выражения

$$\rho_{\mu} = \frac{S \omega W_{II} I_{\sim} W_{всп}}{E I}, \quad (2)$$

где $W_{всп}$ — число витков вспомогательной обмотки 9.

Результаты экспериментов (рис. 3) $\rho_{\mu} = (B_{=})_{B_{\sim}}$ получены при следующих значениях переменной магнитной индукции B_{\sim} : $0,0254 \cdot 10^{-2}$ (кривая 1), $0,0426 \cdot 10^{-2}$ (кривая 2), $0,065 \cdot 10^{-2}$ (кривая 3), $0,376 \cdot 10^{-2}$ (кривая 4), $1,015 \cdot 10^{-2}$ (кривая 5), $2,84 \cdot 10^{-2}$ (кривая 6), $5,23 \cdot 10^{-2}$ (кривая 7) и $10,56 \cdot 10^{-2}$ Т (кривая 8). Значения индукции $B_{=}$ получены из рис. 2 с допущением $B_{\sim} = B_{=}$ при условии $I_{\sim} = I_{=}$.

В [2] впервые определены аппроксимирующие функции зависимости $\rho_{\mu} = f(B)$ с разделением ее по участкам применительно к преобразователям с распределенными параметрами. Если аппроксимировать таким же образом и зависимости $\rho_{\mu} = f(B_{=})_{B_{\sim}}$ (см. рис. 3) при воздействии индукции B_{\sim} , то аппроксимирующая функция получается слишком громоздкой и неудобной для анализа характеристик.

С целью упрощения аппроксимации экспериментальной зависимости $\rho_{\mu} = f(B_{=})_{B_{\sim}}$ аналитической функцией и упрощения определения коэффициентов аппроксимации выбираем зависимость

$$\rho_{\mu} = K_1 \operatorname{ch} K_2 B_{=}. \quad (3)$$

При $B_{=} = 0$, согласно выражению (3), имеем

$$\rho_{\mu} = \rho_{\mu_0} = K_1, \quad (4)$$

а при $B_{=} = B_p$

$$\rho_{\mu p} = \rho_{\mu_0} \operatorname{ch} K_2 B_p; \quad (5)$$

отсюда

$$K_2 = \frac{1}{B_p} \operatorname{arc} \operatorname{ch} \frac{\rho_{\mu p}}{\rho_{\mu_0}}; \quad (6)$$

где B_p и $\rho_{\mu p}$ — соответственно магнитная индукция и удельное магнитное сопротивление для выбранной точки на кривой $\rho_{\mu} = f(B_{=})_{B_{\sim}}$.

Для всех кривых рис. 3 определены коэффициенты K_1 и K_2 , а результаты расчетов приведены в виде графиков $K_1 = f_1(B_{\sim})$ и $K_2 = f_2(B_{\sim})$ на рис. 4.

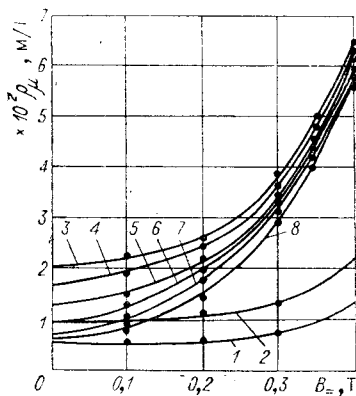


Рис. 3.

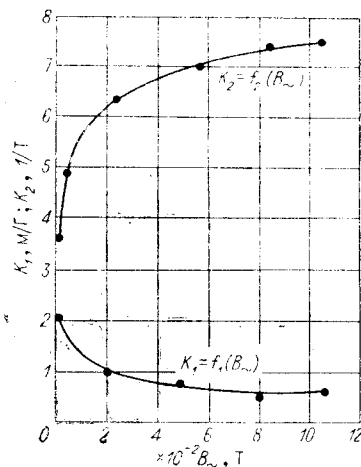


Рис. 4.

Результаты расчетов, согласно выражениям (3), (4), (6), совпали с незначительной погрешностью (порядка $\pm 1\%$) с экспериментальной кривой (см. рис. 3) (расчетная кривая дана сплошной линией, а экспериментальная — штрихами).

Таким образом, пользуясь кривыми $K_1 = f_1(B)$ и $K_2 = f_2(B)$, согласно выражению (3), можно с достаточной для анализа точностью построить зависимости $\rho_{\text{д}} = f(B)_{B \sim}$ для любого значения $B \sim$.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ф. Зарипов, Э. У. Ибрагимов, Н. А. Ахраров, Т. М. Курбанов, Х. Х. Хакимов. Магнитомодуляционный индуктивный датчик линейных перемещений. Авторское свидетельство № 252125.— ОИПОТЗ, 1969, № 28.
2. М. Ф. Зарипов. Теория длинных магнитных линий и преобразователей с распределенными электромагнитными параметрами применительно к устройствам информационно-измерительной техники. Ташкент. Реферат докт. дисс., 1969.
3. Б. К. Буль. Основы теории и расчета магнитных цепей. М., «Энергия», 1964.
4. И. И. Кифер. Испытания ферромагнитных материалов. М., «Энергия», 1969.

Поступило в редакцию
17 сентября 1970 г.

УДК 621.372.44

Р. Д. БАГЛАЙ, А. П. БАХТИНА
(Новосибирск)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ (ВЫЧИСЛЕНИЕ) ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА

В [1] было показано, что задача экспериментального определения моментов сигнала $f(t)$, которая может решаться с помощью аналоговых устройств типа последовательной цепочки «идеальных» интегрирующих звеньев, сводится к технически более простой задаче — определению коэффициентов Пуассона этого сигнала с помощью цепочки