

частиц индукционным методом. Сб. «Исследования по акустике, электрофизике, радиоэлектронике». Межвузовский сборник, вып. I, Куйбышев, 1973.

2. Тетерич Н. М. Генераторы шума и измерение шумовых характеристик. Изд. «Энергия», М., 1968.

3. Мизюк Л. Я., Вишняков А. Э., Гольдгештер В. И., Рыбин В. К. Электронные узлы переносной низкочастотной измерительной аппаратуры. Изд. «Энергия», Л., 1969.

4. Курилов В. А., Апинян В. В. Измерение зарядов движущихся частиц методом электростатической индукции. Сб. «Сильные электрические поля в технологических процессах». Изд. «Энергия», 1969.

5. Ган. Прибор для получения точно известных электростатических зарядов. «Приборы для научных исследований», № 7, 1964.

Л. М. КАПИТОНОВА, В. К. КОМПАНЕЦ, Н. М. СТАРОБИНСКИЙ

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ СЕРДЕЧНИКОВ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МАГНИТНО-ТРАНЗИСТОРНЫХ ИНВЕРТОРОВ

Представление измерительной информации с генераторных датчиков, имеющих низкий уровень выходного сигнала, в частотной форме имеет в ряде случаев определенные преимущества перед системами представления информации в кодовой форме из-за большой сложности последних.

При использовании магнитно-усилительных инверторов в качестве преобразователей постоянных напряжений низкого уровня (например, сигналы термопар, тензометрических мостов и т. д.) в переменное напряжение прямоугольной формы, частота которого пропорциональна управляющему сигналу, основным вопросом является обеспечение достаточной чувствительности устройства [1—3].

Частота на выходе инвертора определяется выражением

$$f = f_0 + kI_y,$$

и может быть записана

$$f = f_0 + k_1 H_y, \quad (1)$$

где  $H_y = \frac{I_y \omega_y}{l_{cp}}$  — напряженность поля, создаваемая током управления ( $I_y$ );

$\omega_y$  — число витков обмотки управления;

$l_{cp}$  — средняя длина магнитного пути в сердечнике.

При наличии добавочного сопротивления  $R_d$  в цепи управления

$$H_y = \frac{E_y \omega_y}{(R_y + R_d) l_{cp}}. \quad (2)$$

Здесь  $E_y$  — напряжение управления;

$R_y$  — сопротивление обмотки управления.

Добавочное сопротивление складывается из внутреннего сопротивления источника сигнала  $R_{вн}$  и сопротивления линии связи его с обмоткой управления  $R_{л}$

$$R_{л} = R_{вн} + R_{л},$$

подставляя в (2) значения

$$R_{y} = \frac{4\rho w_{y}}{\pi \cdot d_{np}^2} (D + d + 4h - 2d_{н}),$$

$$w_{y} = \frac{(d^2 - d_{н}^2) \beta}{d_{np}^2},$$

$$l_{ср} = \pi \frac{D + d}{2},$$

получим

$$H_{y} = \frac{2E_{y} (d^2 - d_{н}^2) d_{np}^2}{(D + d) \left[ 4\rho (D + d - 2d_{н} + 4h)(d^2 - d_{н}^2) + \frac{\pi R_{л} d_{np}^4}{\beta} \right]}, \quad (3)$$

где  $D$  — наружный диаметр;

$d$  — внутренний диаметр сердечника;

$h$  — высота сердечника;

$d_{н}$  — диаметр незаполненного окна;

$d_{np}$  — диаметр провода;

$\beta$  — коэффициент заполнения обмотки управления;

$\rho$  — удельное сопротивление материала.

Вводя  $\frac{D}{d} = n$  и  $\frac{h}{d} = m$ , получим

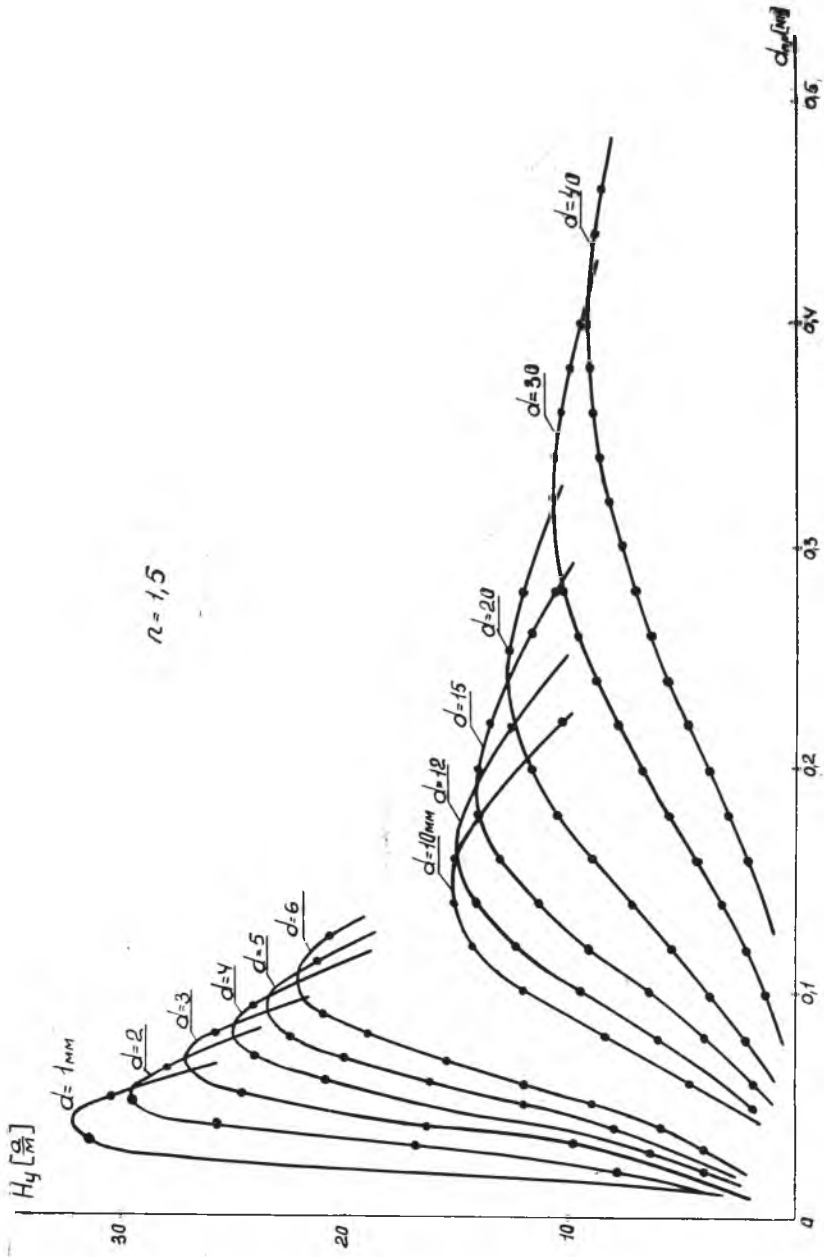
$$H_{y} = \frac{E_{y} d_{np}^2}{d(1+n) \left[ 2\rho d \left( n + 4m - 2 \frac{d_{н}}{d} + 1 \right) + \frac{\pi R_{л} d_{np}^4}{2\beta (d^2 - d_{н}^2)} \right]} \rightarrow \quad (4)$$

Очевидно, что максимальная чувствительность преобразователя определяется соотношениями размеров сердечника, обеспечивающими получение максимальной напряженности поля управления при заданном значении  $E_{y}$ .

Исследование выражения (4) на максимум по независимой переменной  $d_{np}$  дает значение оптимального диаметра провода

$$d_{np. \text{ опт}} = \sqrt[4]{\frac{4\rho\beta d \left( n + 4m - 2 \frac{d_{н}}{d} + 1 \right) (d^2 - d_{н}^2)}{\pi R_{л}}}. \quad (5)$$

Зависимость  $H_{y}$  от диаметра провода приведена на рис. 1. При малых внутренних диаметрах  $d$  сердечника имеется острый максимум, а при больших значениях  $d$  максимум более



Р и с. 1. Зависимость напряженности магнитного поля обмотки управления от диаметра провода для различных сердечников

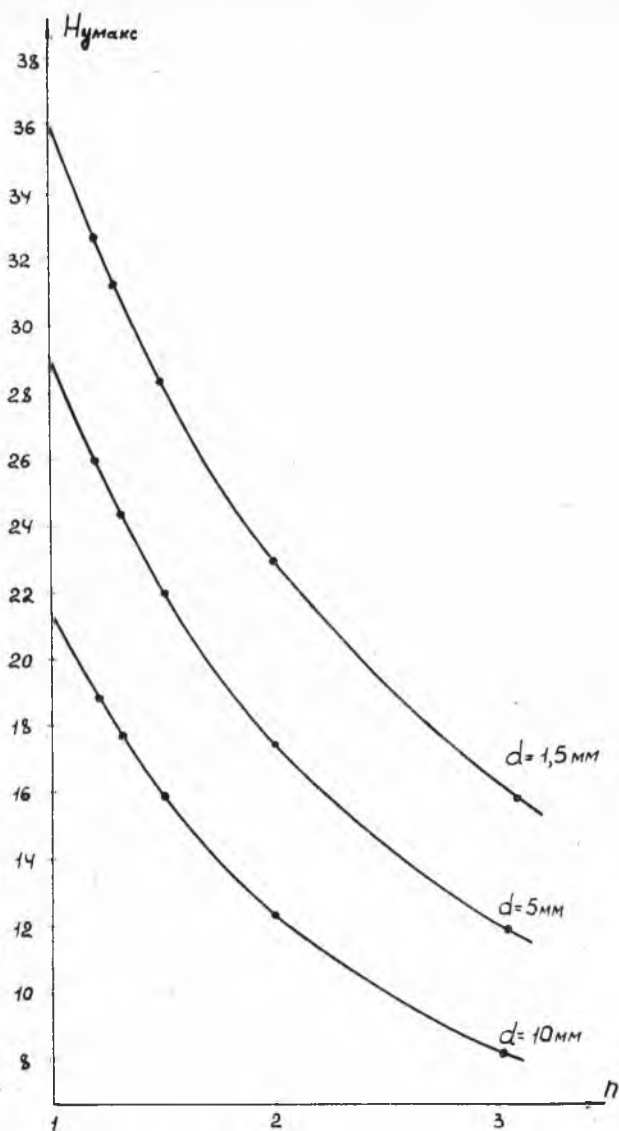


Рис. 2. Зависимость максимального значения напряженности магнитного поля обмотки управления от геометрических размеров сердечников

пологий, т. е. с уменьшением размеров сердечника схема становится более критичной к диаметру провода.

Максимальное значение напряженности управляющего поля зависит от внутреннего диаметра сердечника, а также от соотношения его наружного и внутреннего диаметров и высоты. Аналитически эта зависимость выражается следующим образом:

$$H_{y \max} = \frac{E_y}{2d(n+1)} \cdot \sqrt{\frac{\beta(d^2 - d_n^2)}{\pi \rho R_d d \left( n + 4m - 2 \frac{d_n^n}{d} + 1 \right)}} \quad (8)$$

С увеличением  $n$  и  $m$  максимальное значение  $H_y$  уменьшается. Были проведены расчеты зависимости  $H_y$  от диаметра обмоточного провода для сердечников с внутренними диаметрами  $d = 1 \div 40$  мм и значениями  $n = 1 \div 3$ . Наибольшие значения  $H_{y \max}$  получены для  $d < 10$  мм (рис. 2). При  $d > 10$  мм наблюдается значительное уменьшение  $H_{y \max}$  и увеличивается диапазон допустимых отклонений диаметра обмоточного провода от оптимального. Кроме этого  $H_{y \max}$  резко уменьшается с ростом  $n$ .

Для работы рекомендуется выбирать минимально возможные значения  $d$  и  $n$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Н. П., Седых О. А., Боярченков М. А. Проектирование магнитных усилителей. Изд. «Энергия», 1959.
2. Капитонова Л. М., Старобинский Н. М. К вопросу чувствительности магнитно-усилительных инверторов в режиме преобразования сигналов низкого уровня. Труды симпозиума по автоматизации научных исследований морей и океанов (тезисы докладов), г. Севастополь, 1969.
3. Ильинский Н. Ф., Михайлов В. В. Транзисторно-магнитные преобразователи непрерывных сигналов в последовательность импульсов. Изд. «Энергия», 1966.

А. А. ЖАДАЕВ, Е. А. ЛОМТЕВ, В. М. ШЛЯНДИН

### ЦИФРОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ И ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ СПОСОБОМ ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ

При измерении амплитудных значений переменных напряжений важно получить результат за минимальное число периодов в широком диапазоне частот. Проведенный авторами анализ [1] показал, что наиболее приемлемым является способ параллельно-последовательного уравновешивания пере-