

$$\hat{y} = y - \tau \rho(\nu) \rho_0(\mu) f. \quad (8)$$

Тогда требование (6) вместо (7) порождает неравенство  $\tau \rho(\nu) \rho_0(\mu) < 2/\sigma_{k+1}(p)$ , которое, например, в случае

$$\rho(\nu) = (1 + \nu\tau)^{-1}, \quad \nu \geq 0, \quad (9)$$

приводит к следующему ограничению на выбор  $\nu$ :  $\nu > 1/2\sigma_{k+1}(p)\rho_0(\mu) - 1/\tau$ ,  $\mu = \mu_k(p)$ ,  $k \geq 0$ .

Если вместо (9) корректирующий множитель  $\rho(\nu)$  в (8) взять, скажем, в виде  $\rho(\nu) = [1 - \tau\nu\mu_1(p)] / [1 - \tau\nu\mu_0(p)]$ , то для выбора  $\nu \geq 0$  можно рекомендовать правило  $\nu = \begin{cases} \xi/\eta, & \xi > 0, \\ 0 & \xi \leq 0, \end{cases}$  где  $\xi = \tau\rho_0(\mu) \times \sigma_{k+1}(p) - 2$ ,  $\eta = \tau[\tau\rho_0(\mu)\sigma_{k+1}(p)\mu_1(p) - 2\mu_0(p)]$ ,  $\mu = \mu_0(p)$ ,  $k = 0 \vee 1$ .

Построенные выше методы могут быть использованы и в общем случае системы (1). Для вычисления  $\mu_k(r(t))$  при этом естественно положить  $r(t) = -f(t, u(t))$ , а в качестве матрицы  $A$  взять, например, матрицу Якоби системы (1) или ее аппроксимацию. Вместо вектора  $r(t)$  можно использовать также вектор  $\Delta\dot{u} = u(t) - u(t - \tau)$ . Тогда вычислительный процесс может быть несколько упрощен: взамен вектора  $Ar(t)$  здесь можно брать вектор  $f(t, u(t)) - f(t - \tau, u(t - \tau))$ . Последнее особенно существенно для неявного метода вида (4), (5) при  $k = 0$ .

### Список литературы

1. Самарский А. А. Теория разностных схем.— М., 1983.
2. Бобков В. В. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 1, физ., мат. и мех.— 1984.— № 2.— С. 63.

Поступила в редакцию 20.06.84.

УДК 621.317.538.26

В. Г. ШЕПЕЛЕВИЧ

## ФОРМИРОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ С-ОБРАЗНЫМИ МАГНИТНЫМИ ЛИНЗАМИ

Магнитная система, состоящая из двух С-образных магнитных линз, формирует неоднородное магнитное поле и используется в ряде устройств, например, гальваномагнитных преобразователей механических величин [1, 2]. Схема такой магнитной системы приведена в верхнем углу рис. 1, где точка  $O$  является ее центром симметрии. Ось  $OX$  параллельна плоскости полюсов, ось  $OY$  перпендикулярна к оси  $OX$  и лежит в плоскости рисунка, ось  $OZ$  перпендикулярна к осям  $OX$  и  $OY$  и на рисунке не указана. При перемещении гальваномагнитного преобразователя вдоль оси  $OX$  изменение его сигнала определяется градиентом компо-

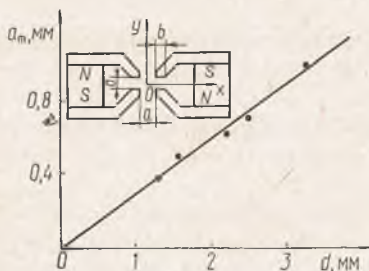


Рис. 1. Зависимость  $a_m$  от величины рабочего зазора  $d$  магнитных линз и схема магнитной системы

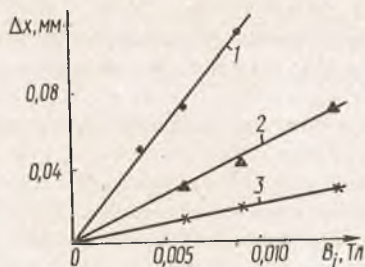


Рис. 2. Влияние внешнего магнитного поля  $B_i$  на смещение нулевой точки  $\Delta x$  (1 —  $B_i \parallel OY$ ; 2 —  $B_i \parallel OX$ ; 3 —  $B_i \parallel OZ$ )

менты магнитной индукции  $\partial V_y/\partial x$ . Поэтому основными характеристиками магнитной системы являются  $\partial V_y/\partial x$  и область  $\Delta$  его постоянного значения. Указанные величины взаимосвязаны, и увеличение одной из них, как правило, сопровождается уменьшением другой. Кроме того, устройства в процессе их эксплуатации могут подвергаться воздействию случайных магнитных полей, располагаться вблизи ферромагнитных масс, а перемещающийся гальваномагнитный преобразователь испытывать случайные поперечные смещения, что может исказить его сигнал. Поэтому цель работы состояла в том, чтобы для указанной магнитной системы достичь увеличения области постоянного значения градиента магнитной индукции без уменьшения его величины путем изменения формы полюсных наконечников и определения оптимального расстояния между  $S$ -образными линзами, а также исследовать влияние различных факторов на характеристики магнитного поля системы.

Поверхность всех полюсов имела форму прямоугольника размером  $4 \times b$  мм (величина стороны  $b$  изменялась спиливанием острого угла магнитопровода, изготовленного из Армко-железа). Источником магнитного поля были постоянные самарий-кобальтовые магниты в виде цилиндра диаметром 10 и высотой 5 мм. Каждая магнитная линза содержала по два магнита. При исследовании магнитного поля системы плоскость преобразователя Холла располагалась перпендикулярно к направлению  $OY$ , т. е. измерялась компонента  $V_y$  вектора магнитной индукции. Преобразователь Холла, изготовленный на основе гетероэпитаксиальной структуры  $n$ -InSb —  $i$ -GaAs, характеризовался магнитной чувствительностью 480 мВ/Тл и имел линейные размеры чувствительной области  $0,1 \times 0,15$  мм. Точность измерения  $V_y$  составляла 1%. Перемещение преобразователя Холла осуществлялось с помощью микрометра вдоль направления  $OX$  с точностью 0,01 мм. По измеренным зависимостям  $V_y(x)$  проводился расчет  $\partial V_y/\partial x$  и определение области  $\Delta$ , в которой отклонение зависимости  $V_y(x)$  от линейной не превышало 1%.

Проведенные исследования магнитного поля системы показали, что при всех величинах  $b$  с увеличением расстояния  $a$  между  $S$ -образными линзами  $\partial V_y/\partial x$  сначала увеличивается, а затем уменьшается. Установлено, что максимальное значение  $\partial V_y/\partial x$  (рабочий зазор  $d=1,6$  мм) наблюдается при  $a_m=0,5$  мм при спиленных полюсных наконечниках до  $b=2,5$  мм. Следует отметить, что область  $\Delta$  увеличивается от 0,25 до 1 мм при изменении  $a$  от 0 до 2 мм, причем  $\Delta=0,5$  мм при  $a_m=0,5$  мм. Таким образом, спиливанием полюсных наконечников и изменением расстояния между магнитными линзами можно достичь одновременного увеличения градиента магнитной индукции и области его постоянного значения. Для данной магнитной системы при величине рабочего зазора  $d=1,6$  мм оптимальные значения  $b$  и  $a_m$  равны 2,5 и 0,5 мм соответственно.

Величина  $a_m$  зависит от величины рабочего зазора  $d$  магнитных линз (рис. 1). Экспериментально установлено, что  $a_m$  и  $d$  удовлетворяют простому соотношению  $a_m/d=0,30 \pm 0,03$  при оптимальном спиливании полюсных наконечников ( $b=2,5$  мм).

Определялись величины  $\partial V_y/\partial x$  и  $\Delta$  вдоль направлений, параллельных оси  $OX$ , но смещенных вдоль осей  $OY$  и  $OZ$ . Оказалось, что при смещениях вдоль оси  $OY$  на  $\pm 0,15$  мм и вдоль оси  $OZ$  на  $\pm 1$  мм изменения  $\partial V_y/\partial x$  и  $\Delta$  не превышали погрешности их измерений. Соответственно такие же поперечные смещения преобразователя Холла при его перемещении вдоль оси  $OX$  не повлияют на его сигнал.

Устройства, содержащие рассмотренную магнитную систему, могут подвергаться воздействию внешних магнитных полей, поэтому представляет интерес исследовать их влияние на  $V_y$  и  $\partial V_y/\partial x$ . Исследования показали, что внешние магнитные поля могут вызвать смещение нулевой точки  $x_0$ , в которой  $V_y=0$ , и изменение  $\partial V_y/\partial x$ . На рис. 2 представлены зависимости смещения нулевой точки  $\Delta x=x-x_0$  ( $x_0, x$  — значения координат, при которых  $V_y=0$  без внешнего и во внешнем магнитном поле)

от магнитной индукции  $B_i$  внешнего поля. Наиболее сильное изменение  $\Delta x$  наблюдается, если внешнее поле параллельно оси  $OY$ . Изменение  $\partial B_y / \partial x$  под действием внешних магнитных полей до 0,014 Тл, параллельных осям  $OY$  и  $OZ$ , не превышает 1 %. Но при  $B_i$ , параллельном оси  $OX$ , происходит уменьшение  $\partial B_y / \partial x$  и, например, при  $B_i = 0,014$  Тл достигает 4 %.

Для исследования ферромагнитных масс на параметры магнитной системы использовался прямоугольный параллелепипед из магнитомягкой стали с длиной ребер 50, 100 и 200 мм соответственно. Установлено, что заметное влияние ферромагнитной массы на  $\partial B_y / \partial x$  исследуемой магнитной системы начинает проявляться лишь при расстояниях между ними, меньших 1 см.

### Список литературы

1. Зайцев С. А., Погодин Н. И., Тихомиров Н. П., Соловьева С. И. // Приборы и системы управления.— 1973.— № 5.— С. 27.
2. Жданова В. В., Зайцев С. А., Погодин В. И., Самуйлинович В. С., Сергеев В. П. // Приборы и техника эксперимента.— 1971.— № 4.— С. 243.

Поступила в редакцию 28.01.85.

УДК 681.518.3

М. И. ДЕМЧУК, В. Н. ДЕНИСЕНКО,  
М. А. ИВАНОВ, Л. В. СИЛЬНОВ

## СТРОБ-АНАЛИЗАТОР С БОЛЬШИМ ЭФФЕКТИВНЫМ ЧИСЛОМ ТОЧЕК СТРОБИРОВАНИЯ

Многоканальные стробоскопические анализаторы формы импульса [1, 2] находят применение при исследовании как однократных, так и многократно повторяющихся сигналов. Число точек стробирования при фиксированном временном диапазоне наблюдения ограничено сверху максимальной рабочей частотой используемых элементов электроники (в настоящее время для доступных элементов 500 МГц). Если диапазон таков, что вывод информации в цикле измерений невозможен, число точек стробирования определяется числом имеющихся аналоговых запоминающих ячеек [3].

В этой работе описан разработанный авторами строб-анализатор на основе мини-ЭВМ Д-3-28 (рис. 1), в котором серия строб-импульсов от цикла к циклу смещается регулярно или случайно, а положение строб-импульсов фиксируется многостоповым временным анализатором. В качестве строб-импульсов можно использовать случайный поток импульсов, например, с ФЭУ при фоновой засветке. Эффективное число точек стробирования сигнала при многократном повторении цикла измерений определяется числом каналов временного анализатора (МВА).

Если форма сигнала описывается функцией  $\varphi(t)$ , то при одинаковой для каждой точки  $\tau$  шкалы МВА аппаратурной функции  $P(\tau-t)$  прибор будет накапливать гистограмму для распределения  $\varphi(t) * P(\tau-t)$ , \* — знак свертки. Если  $N_i$  — число стробирований в канале  $i$  МВА,  $f_i$  — накопленное значение и  $\sigma_i^2$  — дисперсия одного измерения в  $i$ -ом канале, гистограмму необходимо нормировать для получения формы при равном

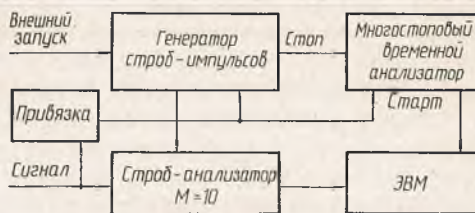


Рис. 1. Функциональная схема строб-анализатора