

**ԳՐԱՑՆԵՐԻ ՏՆՍՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐՈՎ ՓՈՐՉԱՐԿՄԱՆ ԻՆՃԻՄՆԵՐԻ  
ԻԱԶՄՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ**

**Ա մ փ ո փ ո ս մ**

էլեկտրատեխնիկական և ուղիղէլեկտրոնային արդյունաբերության սարքերի արտադրական փորձարկումների պրակտիկայում հաճախ առաջանում է փորձարկման ուժեղացման և սխալների որոշակի համախմբի ընտրության անհրաժեշտություն: Որոշակի մակարդակի ապահովման և հուսալիության գնահատման համար դրաֆիկների տեսության հիման վրա դիտարկված<sup>1</sup> է սարքերի փորձարկման ուժեղացման նպատակահարմար համախմբի ձևավորման խնդիրը:

**Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Кобзев В. Г., Лукьянов Ю. П., Навленко Л. А. Модели и алгоритмы исследования и построения эффективной процедуры испытаний электронной техники.— В кн.: Материалы Всесоюзной школы «Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами».— Харьков, 1984, с. 10.
2. Рейнгольд Э., Нивергельдт Ю., Цел Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика.— М.: Мир, 1980.— 476 с.
3. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи.— М.: Мир, 1982.— 416 с.
4. Ченцов В. Ф., Дубровский О. В. Разработка теоретико-графовых задач средствами языка СИНТА.— В кн.: Гез. докл. III Всесоюз. совещ. «Методы и программы решения оптимизационных задач на графах и сетях» 28—30 августа 1981 г. Ташкент.— Новосибирск, ВЦ СОАН СССР, 1981, с. 239—241.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН). т. XL, № 4, 1987

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

**С. П. ПАПОЯН**

**ТЕОРИЯ ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**

Для измерения малых линейных перемещений широко используются индуктивные датчики, точность которых из-за нелинейности функции преобразования (ФП) и влияния возмущающих воздействии невелика.

Один из путей повышения точности измерений состоит в использовании принципа многоканальности [1]. Из числа способов реализации принципа выделен вариант, в котором измеряемая величина действует на один канал, а возмущающее воздействие — на оба. Над сигналами с выходов каналов производятся определенные математические операции, устраняющие зависимость выходного параметра от возмущающего

воздействия. Таким образом, создаются предпосылки разработки устройства, инвариантных к основным возмущающим воздействиям и, следовательно, обладающих повышенной точностью.

Указанный принцип применен при разработке системы для точного измерения перемещений с индуктивными датчиками. Структурная схема измерительной системы приведена на рисунке 1, где обмотки 1 и 2 образуют основной дифференциальный датчик с подвижным сердечником, а обмотки 3 и 4—вспомогательный дифференциальный датчик, сердечник которого зафиксирован. Коммутатор 5 поочередно подключает обмотки датчиков на вход измерительного преобразования (ИП) 6, который преобразует индуктивность подключенной обмотки в какой-либо параметр  $y$  электрического сигнала (например, в частоту). Код  $n$  с выхода аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 7 поступает в вычислительное устройство (ВУ) 8.

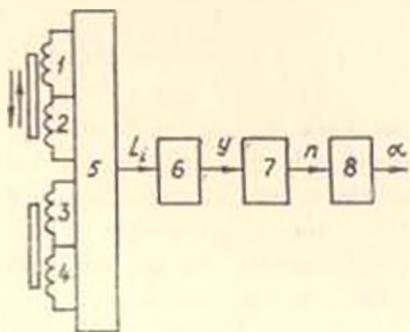


Рис. Структурная схема измерительной системы.

Предположим, что ФП перемещения сердечника в величину индуктивности любой обмотки описываются алгебраическим полиномом второго порядка, а обмотки 1 и 2, 3 и 4 попарно идентичны. Тогда для индуктивностей всех обмоток можно записать:

$$\begin{aligned} L_1 &= a_0 + a_1(x_0 + x) + a_2(x_0 + x)^2; \\ L_2 &= a_0 + a_1(x_0 - x) + a_2(x_0 - x)^2; \\ L_3 &= b_0 + b_1(x_0 + x_c) + b_2(x_0 + x_c)^2; \\ L_4 &= b_0 + b_1(x_0 - x_c) + b_2(x_0 - x_c)^2, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x$  — нейтральное положение сердечника, при котором индуктивности обеих обмоток дифференциального датчика равны;  $x$  — измеряемое перемещение, отсчитываемое относительно нейтрального положения сердечника;  $x_c$  — постоянное смещение сердечника вспомогательного датчика относительно нейтрали;  $a_i, b_i$  — параметры ФП основного и вспомогательного датчиков.

Пусть ИП имеет линейную ФП. Пренебрегая погрешностью квантования АЦП, будем считать, что его ФП также линейна. Тогда для кода на выходе АЦП будем иметь:

$$n_i = C_0 + G_i L_i, \quad (2)$$

где  $L_i$  — индуктивность  $i$ -ой обмотки;  $C_0, C_i$  — параметры общей ФП, ИП и АЦП.

В вычислительном устройстве 9 вычисляем величину

$$\alpha = \frac{n_1 - n_2}{n_3 - n_4}, \quad (3)$$

тогда, учитывая (1) и (2), получаем:

$$\alpha = \frac{a_1 + 2a_2x_0}{b_1 + 2b_2x_0} \cdot \frac{x}{x_c} = \frac{a}{b} \cdot \frac{x}{x_c} = Kx, \quad (3)$$

где

$$a = a_1 + 2a_2x_0; \quad b = b_1 + 2b_2x_0; \quad K = \frac{a}{b}.$$

Величина  $\alpha$  пропорциональна измеряемому перемещению  $x$ , причем коэффициент  $K$  не зависит от параметров ИП и АЦП. Кроме того,  $\alpha$  не зависит от аддитивных смещений  $a_1$  и  $b_1$  характеристик обоих дифференциальных датчиков.

Очевидно, что при идентичности основного и вспомогательного датчиков, т. е. при  $a = b$

$$\alpha = \frac{x}{x_c} \quad (4)$$

и в этом идеальном случае достигается абсолютная инвариантность к любым изменениям параметров датчиков и измерительного канала в целом.

Рассмотрим погрешность, обусловленную неточностью используемой модели ФП. В общем случае (1) должен рассматриваться как приближенное аналитическое выражение для реальной ФП. Причем, при построении (1) располагаем либо тремя значениями индуктивностей и соответствующих им перемещений (узлов интерполяции), либо по результатам экспериментов определяли наибольшие вероятные значения коэффициентов  $a_i$  и  $b_i$ . В обоих случаях разность реальной ФП  $F(x)$  и принятой

$$F(x) - L_1 = R_1(x) \quad (5)$$

будет отлична от нуля и представит погрешность.

Аналитические выражения для  $R_1(x)$  обычно неизвестны. Поэтому для оценки погрешности приходится повысить степень ФП. Пусть приближающий полином найден с помощью ортогональных многочленов Чебышева, тогда относительная погрешность от неточности используемой ФП будет:

$$\xi_1 = \frac{bn - am + n_3bx^2 - m_3ax_c^2}{a(b + m + m_3x_c^2)}, \quad (6)$$

где

$$n = n_1 + 2n_2x_0 + 2n_3x_0^2, \quad m = m_1 + 2m_2x_0 + 2m_3x_0^2;$$

$n_1, m_1$  — соответственно коэффициенты приближающих многочленов третьей степени ФП основного и вспомогательного датчиков.

Приняв, что датчики идентичны, т. е.  $n = m$ ;  $n_2 = m_2$  и  $a = b$ , получим

$$\xi_2 = \frac{n_2(x^2 - x_c^2)}{b + n + n_2 x_c^2}. \quad (7)$$

Источником погрешности является также неидентичность двух половин обоих датчиков, что приводит к различию между коэффициентами полиномов (1). Эта составляющая погрешности равна:

$$\delta_2 = 0,5 \left( \frac{a_1 \gamma_1 + 2a_2 x_0 \gamma_2}{a} - \frac{b_1 \beta_1 + 2b_2 x_0 \beta_2}{b} + \frac{a_2 \gamma_2 x_c}{a} - \frac{b_2 \beta_2 x_c}{b} \right), \quad (8)$$

где  $\gamma_1, \gamma_2, \beta_1$  и  $\beta_2$  — относительные погрешности коэффициентов ФП основного и вспомогательного датчиков.

Величина возмущающих воздействий проявляется в изменениях параметров ФП обоих датчиков. Пользуясь методикой, изложенной в [2], и обозначив относительные погрешности коэффициентов ФП через  $\epsilon_i$  и  $\rho_i$ , для относительной погрешности от влияющих факторов будем иметь:

$$\delta_2 = -\frac{a_1 \epsilon_1 + 2a_2 x_0 \epsilon_2}{a} - \frac{b_1 \rho_1 + 2x_0 b_2 \rho_2}{b}. \quad (9)$$

Для индуктивных датчиков наиболее существенный влияющий фактор — это температура. Если сердечники изготовлены из одинакового материала, то изменение температуры приводит к одинаковому изменению их магнитной проницаемости, а следовательно, к одинаковому относительному изменению параметров полинома ( $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \rho_1 = \rho_2, \delta_2 = 0$ ). Можно сказать, что радикальным средством уменьшения погрешностей от влияющих факторов является увеличение относительной чувствительности преобразователя к измеряемой величине, а для этого необходимо максимально использовать длину воздушного зазора. В данном случае ФП дается полиномом второго порядка, т. е. нелинейный участок также может быть использован. В этом и заключается отличительная особенность используемого принципа.

В заключение отметим, что необходимо также проанализировать случайную погрешность, т. е. трансформацию дисперсии отдельных измерений в случайную погрешность вычисленного значения перемещения с учетом используемого алгоритма.

Лен. фил.

ЕрПИ им. К. Маркса

10. XII. 1985

ՏԵՂԱՇԱՐԺԵՐԻ ԸԻՇՏ ՉԱՓՄԱՆ ԵՐԿԿԱՊՈՒՂԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ  
ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո յ մ

Դիտվում է Երկկապուղի շափիչ համակարգի տեսությունը, կիրառված ինդուկտիվ տվիչների նկատմամբ, որոնց ձևափոխման ֆունկցիան ներկայացված է Երկրորդ կարգի բազմանդամով: Բերված է տվիչների և շափիչ կապուղու պարամետրերի փոփոխությունների նկատմամբ անկախություն ապահովող ալգորիթմ: Հաշված են սխալները և նշված են նրանց փոքրացման եղանակները:

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрон Б. Н. и др. Принцип инвариантности в измерительной технике.— М.: Наука, 1976.— 251 с.
2. Рабинович С. Г. Погрешности измерений.— М.: Энергия, 1978.— 262 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XI, № 4, 1987

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

М. В. КАСЬЯН, А. М. АРЗУМАНЯН

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РАЦИОНАЛЬНОЙ  
ФОРМЫ СТРУЖКИ И УСЛОВИЙ ЕЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Вопросы стружкообразования стружки малых сечений требует дальнейшего изучения. Чтобы оценить этот процесс при тонком фрезеровании цветных металлов были проведены серии экспериментов по обработке латуни ЛС59-1 и дуралюминии Д16.

В [1] сделана попытка считать рациональной формой стружки по полной объемной деформации ту форму, при которой:

$$C_{сд} = 6,31 \cdot 10^3, \quad \delta_v = 2,47 \text{ при обработке Д16 и}$$

$$C_{сд} = 7,69 \cdot 10^3, \quad \delta_v = 1,21 \text{ при обработке ЛС59-1,}$$

где  $C_{сд}$  — скорость деформации сдвига;  $\delta_v$  — объемная деформация.

Однако это не всегда возможно осуществлять ввиду больших затруднений в расчетах. Исходя из этого, попытаемся качественно оценить образование рациональной формы стружки ускоренным методом.

Эксперименты проводились на станке Heskert мод. FSS 315-V. Материалом режущей части является синтетический корунд (лейкосапфир и рубин «Роза») размерами  $7 \times 7 \times 21$  мм<sup>3</sup>. Оптимальные геометрические параметры режущей части пластины:  $\alpha = 6^\circ$ ;  $\gamma = -6^\circ$ ;  $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$ ;