

Рис. 2 Изображение объекта на экране монитора устройства обработки

#### Список использованных источников

1. Пат. 100228 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>G01В 11/02 (2006.01). Устройство фотооптического измерения геометрических размеров объектов [Текст] / Борминский С.А., Скворцов Б.В.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва - 2010113516/28; заявл. 06.04.10; опубл. 10.12.10. Бюл. №34.
2. Жиганов, И.Ю. Метрологические характеристики и экспериментальные исследования акустических и оптических методов и средств оперативных дистанционных измерений геометрических параметров труб [Текст] / И.Ю. Жиганов, С.А. Борминский, С.И. Жиганов // Неделя металлов в Москве: сб. ст. / сост. И.В. Пасечник. – М., 2010. – С. 568-577.
3. Жиганов, И.Ю. Бесконтактные устройства измерения геометрических параметров труб [Текст] / И.Ю. Жиганов. - М.: Вузовская книга, 2004. - 272 с.

### АППРОКСИМАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОЗИЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАТЧИКОВ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ.

С.А. Матюнин, В.А. Медников, В.С.Тиньгаев

Самарский государственный аэрокосмический университет, г.Самара

Преобразователи линейных перемещений (ПЛП) являются одним из важных измерительных элементов высокоточных систем управления и контроля, в том числе в авиационной и ракетно-космической технике. Разработкой и выпуском точных и компактных преобразователей

перемещения занимаются достаточно многие фирмы, но только очень немногие из них могут выпускать преобразователи для жестких условий эксплуатации (Heidenhain, Германия; Sony и Mitutoyo, Япония; Harley Precision Instrument, США и некоторые др.). В связи с работами по модернизации и созданию новых типов ракетных, авиационных и наземных боевых комплексов наблюдается рост числа исследований по созданию первичных преобразователей с высокими стабильными метрологическими показателями, в том числе устойчивыми к особо жестким внешним дестабилизирующим факторам: виброударным воздействиям, перепадам температуры.

Для отработки конструкции и ее оптимизации необходима математическая модель, которая достаточно точно описывала бы или которая могла бы аппроксимировать экспериментальные данные по возможности более точно с использованием небольшого количества коэффициентов, характеризующих модель. Анализ характера экспериментально полученных позиционных характеристик  $U_j$  показал, что функция  $Y(x)$  имеет подобный вид:

$$Y(x) = a + b \cdot (x_0 - x) \cdot e^{-c \cdot (x_0 - x)^2} \quad (1)$$

Для определения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $x_0$  предложенной зависимости применима функция regress пакета Mathcad.

Оценку погрешности аппроксимации  $W$ , замены набора  $U_j(x_j)$  (экспериментально полученных значений отсчетов  $j$  позиционной характеристики) аппроксимирующей функцией  $Y(x)$  произведём по формуле:

$$W(a, b, c, x_0) = \frac{1}{Nn-1} \cdot \sum_{j=0}^{Nn-1} (U_j - Y(x_j, a, b, c, x_0))^2 \quad (2)$$

где  $Nn$  – количество экспериментальных точек.

Коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $x_0$  можно определить методом наименьших квадратов, минимизируя функцию погрешности  $W$

$$W_{\min} = \text{Minimize}(W, a, b, c, x_0) \quad (3)$$

Для всего массива экспериментально полученных данных  $U_j(x_j)$  найдены оптимальные значения коэффициентов:

$$a=0,12; \quad b=2,037 \cdot 10^{-4}; \quad c=0,218; x_0=-12,591.$$

На рис. 1 графически представлена аппроксимирующая функция  $Y(x)$  и исходный набор данных  $U_j(x_j)$ .

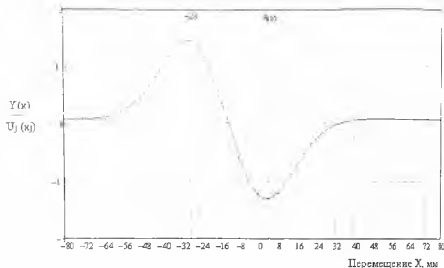


Рис. 1 Позиционные характеристики экспериментальной  $U$  и аппроксимирующей  $W(a, b, c, x_0)$  функции при  $a=0,12$ ,  $b=2,037 \cdot 10^{-3}$ ,  $c=0,218$ ,  $x_0 = -12,591$

Так для всего диапазона аппроксимации экспериментальной характеристики минимальная погрешность была получена из формулы среднеквадратической ошибки:

$$\gamma = \frac{1}{U_{\max} - U_{\min}} \cdot \sqrt{W(a, b, c, x_0)} = 0,021. \quad (4)$$

Таким образом, ошибка аппроксимации экспериментальной характеристики всего диапазона измерений составляет 2,1%.

#### Список использованных источников

1. Карпов В. И. Проектирование датчиков для измерения механических величин. – М.: Машиностроение, 1979.
2. Ли Ж. Датчики Измерительных систем. Кн. I. – М.: Мир, 1992.
3. Дж. Фрайден. Современные датчики / Старвоичник. – М.: Техносфера 2005.
4. Baumer. Индуктивные датчики с пропорциональным (апалоговым) выходом <http://www.promsystex.ru/catalog>
5. Baumer. Магнитные датчики, датчики линейных перемещений <http://www.promsystex.ru/catalog>
6. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 2002. - 840с.