

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В.В. ОСОКИН

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: KubSTU_APP@mail.ru.*

Информационные измерительные системы, в каналах которых используются различные по своей природе сигналы, могут создаваться с включением в них межсистемных преобразователей, прогрессирующие погрешности которых увеличиваются с течением времени, что требует введения поправок для их коррекции. Поэтому представляется целесообразным проведение процедур параметрической идентификации электропневмопреобразователей для уточнения и последующего учета значений параметров их математических моделей статики. Был проведен полный факторный эксперимент при представлении математической модели статики электропневмопреобразователя в форме линейного уравнения регрессии. Проведена проверка воспроизводимости опытов, значимость коэффициентов регрессии. Было получено уравнение регрессии электропневмопреобразователя, рассчитанные по которому значения погрешностей не превысили предельных значений, что характеризует возможность практического применения полученной математической модели статики.

Ключевые слова: электропневмопреобразователь, полный факторный эксперимент, уравнение регрессии, адекватность математической модели.

Информационные измерительные системы, в каналах которых используются различные по своей природе сигналы, требуют включения в их состав межсистемных преобразователей. Например, для перехода от электрических аналоговых сигналов к пневматическим сигналам в условиях взрывоопасных производственных объектов в нефтеперерабатывающей промышленности применяются электропневмопреобразователи типа ЭП. Их назначение состоит в преобразовании входного сигнала постоянного тока, изменяющегося в диапазоне от 0 до 5 мА, в унифицированный пневматический сигнал сжатого воздуха с диапазоном изменения от 20 до 100 кПа.

Проблема идентификации электропневмопреобразователя связана с необходимостью минимизации влияния его прогрессирующих погрешностей на суммарную погрешность измерительного канала в информационной измерительной системе. При традиционном принятом в настоящее время способе нормирования точности средств измерений для них в нормативной

документации устанавливаются пределы погрешностей, образующие границы интервалов, в которых могут находиться оценки измеряемых величин. При этом считается, что погрешности средств измерений не выходят за допускаемые границы в течение межповерочного интервала. В то же время вследствие внутренних процессов, протекающих в самом средстве измерений, прогрессирующие погрешности могут увеличиваться с течением времени, что требует введения поправок для их коррекции. Поэтому представляется целесообразным проведение процедур параметрической идентификации электропневмопреобразователя для уточнения и последующего учета значений параметров его математической модели статики.

При идентификации электропневмопреобразователя в качестве выходной координаты принималось давление сжатого воздуха P , кПа, в качестве входных координат рассматривались: входной ток J , мА, и положение корректора L , мм, используемого для настройки начального значения выходного сигнала.

С учетом принципа действия преобразователя было сделано предположение, что его математическая модель статики может быть представлена в форме линейного уравнения регрессии вида

$$P = b_0 + b_1 J + b_2 L,$$

где b_0 , b_1 , b_2 – коэффициенты регрессии при использовании натуральных переменных.

Поэтому для определения коэффициентов регрессии (параметров модели) целесообразно использование полного факторного эксперимента. Было установлено соответствие между натуральными переменными и нормированными переменными (факторами).

Для первого фактора – тока J в натуральном масштабе: верхний уровень $J_{\max}=5$ мА, нижний уровень $J_{\min}=0$ мА, интервал варьирования $\Delta J=2,5$ мА, основной уровень $J_0=2,5$ мА. Для первого фактора в нормированном масштабе, при замене

$$x_1 = \frac{J - J_0}{\Delta J} = \frac{J - 2,5}{2,5},$$

верхний уровень равен +1, нижний уровень равен минус 1.

Для второго фактора – положения корректора L в натуральном масштабе: верхний уровень $L_{\max}=4\pi$ рад, нижний уровень $L_{\min}=0$ рад, интервал варьирования $\Delta L=2\pi$ рад, основной уровень $L_0=2\pi$ рад. Для второго фактора в нормированном масштабе, при замене

$$x_2 = \frac{L - L_0}{\Delta L} = \frac{L - 2\pi}{2\pi},$$

верхний уровень равен +1, нижний уровень равен минус 1.

Уравнение регрессии может быть представлено следующим образом

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2,$$

где y – функция отклика;

a_0, a_1, a_2 – коэффициенты регрессии при использовании нормированных переменных.

Для проведения эксперимента была составлена матрица планирования. Эксперимент был проведен в лабораторных условиях и состоял из 4 серий опытов, во время которых вручную устанавливались значения входных факторов и регистрировались получаемые при этом значения выходной величины.

Проверялась воспроизводимость опытов, для чего был использован критерий Кохрена [1]. Опыты были признаны воспроизводимыми.

Были вычислены коэффициенты регрессии, проведено оценивание их значимости с использованием критерия Стьюдента, после чего записано уравнение регрессии с нормированными переменными

$$y = 60,13 + 40,38x_1 + 10,13x_2.$$

Была проверена адекватность полученного уравнения регрессии по критерию Фишера. Уравнение было признано адекватным.

После перехода от нормированных переменных к натуральным переменным уравнение регрессии с числовыми значениями параметров было получено в виде

$$P = 9,62 + 16,15J + \frac{10,13}{2\pi} L.$$

После этого был проведен анализ пригодности электропневмопреобразователя к эксплуатации путем сравнения расчетных значений его погрешностей с допускаемыми значениями при классе точности 1. Расчеты были выполнены для двух наборов значений факторов: $J=0$ мА, $L=0$ рад и $J=5$ мА, $L=2\pi$ рад.

В обоих случаях расчетные значения погрешностей не превысили предельных значений, что характеризует возможность практического применения полученного уравнения регрессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саутин С.Н., Пунин А.Е. Мир компьютеров и химическая технология. Л.: Химия, 1991. 144 с.

REFERENCES

1. Sautin S.N., Punin A.E. Mir kompiuterov i himicheskaya tehnologiya (World of computers and chemical technology), Leningrad: Khimiya, 1991. 144 p.

IDENTIFICATION OF ELECTRO-PNEUMATIC TRANSDUCER

V.V. OSOKIN

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: KubSTU_APP@mail.ru.*

Information measurement systems, in ways which are different in nature, the signals can be created to include interconnection converters, advanced error which increase over time, which requires introduction of amendments to correct them. It therefore seems appropriate procedures parametric identification of electro-pneumatic transducer to refine and further reflect the values of the parameters of their mathematical models of statics. Conducted full

factorial experiment in the presentation of the mathematical model of statics of electro-pneumatic transducer in the form of linear regression equation. Conducted a review of the reproducibility of experiments, the significance of the regression coefficients. Was obtained the regression equation of electro-pneumatic transducer calculated by which the value of error did not exceed the limits, which characterizes the possibility of practical application of the obtained mathematical models of static.

Keywords: electro-pneumatic transducer, full factorial experiment, the regression equation, the adequacy of the mathematical model.