

УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОЙ ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Ю.Н. Евланов, В.Н. Новиков, Н.А. Серов, А.А. Шатохин

(Москва, Московский энергетический институт, Россия)

И.Д. Вельт

(Москва, НИИ ТЕПЛОПРИБОР, Россия)

Поверка электромагнитных расходомеров (ЭМР) остается актуальной задачей расходомерии. Известен метод имитационного моделирования [1], который – в отличие от традиционного проливного метода поверки ЭМР – является более экономичным и производительным. Суть имитационного метода заключается в электрическом моделировании напряжения на электродах первичного преобразователя ЭМР, являющегося, как известно, носителем информации о величине расхода. Центральным узлом системы моделирования является преобразователь магнитного поля (ПМП) индуктора ЭМР, представляющий собой печатную катушку индуктивности, в импульсы ЭДС:

$$E = W * S * \frac{dB}{dt},$$

где W и S , соответственно, число витков и площадь контура ПМП, B – индукция магнитного поля индуктора.

Преобразование импульсов E в напряжение U , повторяющее напряжение на электродах ЭМР, осуществляет интеллектуальный прибор, структурная схема которого представлена на рис.1 [2].

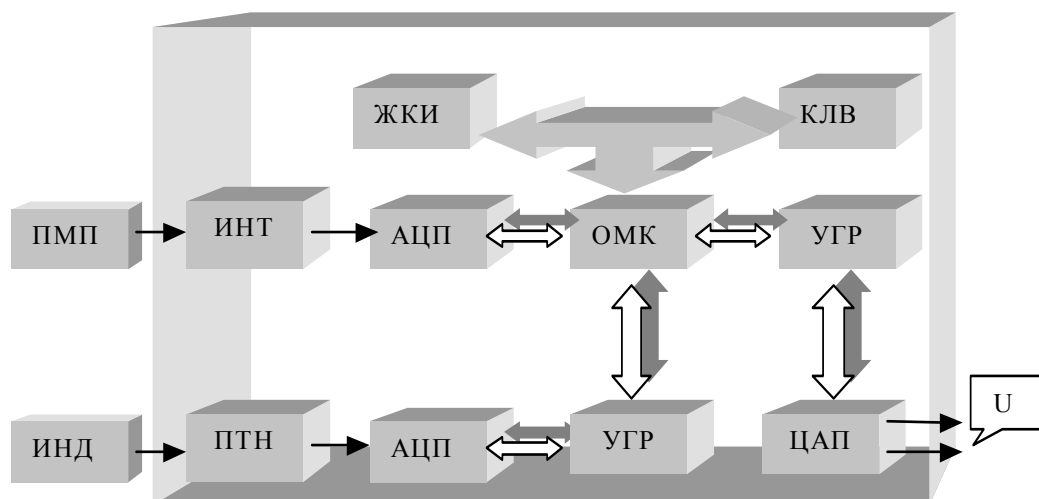


Рис. 1

На структурной схеме обозначены: ИНД – индуктор расходомера; ИНТ – аналоговый интегратор; ПТН – преобразователь ток-напряжение; ЖКИ – жидкокристаллический индикатор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ОМК – однокристалльный микроконтроллер; УГР – устройство гальванического разделения; КЛВ – клавиатура; ЦАП – цифроаналоговый преобразователь.

В режиме поверки расходомера значение U на выходе прибора определяется выражением:

$$U = V \cdot Q / (D \cdot C_{\text{рмп}} \cdot \gamma),$$

где Q – значение расхода, D – средний диаметр канала индуктора; $C_{\text{рмп}}$ – суммарная площадь витков ПМП, γ – коэффициент, учитывающий геометрию ИНД и ПМП. Параметры Q , D , $C_{\text{рмп}}$ и γ вводятся с клавиатуры прибора и запоминаются в энергонезависимом ЗУ (ЭНЗУ).

Для определения V импульсы с выхода ПМП интегрируются ИНТ и преобразуются в код АЦП. Тогда U можно записать в следующем виде:

$$U = N \cdot Q \cdot q \cdot \tau / (D \cdot C_{\text{рмп}} \cdot \gamma),$$

где N – код АЦП, q – ступень квантования АЦП, τ – постоянная времени интегратора. С целью уменьшения погрешности U , обусловленной отклонением $q \cdot \tau$ от номинального значения, в приборе предусмотрена калибровочная процедура, в процессе которой вместо сигнала ПМП подается известное постоянное

напряжение U_0 , которое интегрируется за известный же интервал времени T_0 . При этом значение $q^* \tau$ вычисляется ОМК по формуле:

$$q^* \tau = U_0 * T_0 / N_0,$$

где N_0 – код проинтегрированного U_0 . Значение $q^* \tau$ запоминается в ЭНЗУ.

Код ЦАП, определяющий выходное напряжение U , вычисляется ОМК в соответствии с формулой:

$$N_{dac} = U / (q_{dac} * K_i),$$

где q_{dac} – степень квантования ЦАП, K_i – коэффициент деления делителя i -го поддиапазона ЦАП ($i = 1 \div 5$). Для исключения влияния мультипликативной погрешности ЦАП на формирование значения U в приборе предусмотрена вторая калибровочная процедура, которая преследует цель определения реальных значений $q_{dac} * K_i$ на каждом поддиапазоне формирования U . В процессе выполнения процедуры на каждом поддиапазоне измеряют напряжение U_i на выходе *ТЕСТ* делителя высокоточным вольтметром. Затем это напряжение вводится с клавиатуры в ОМК для вычисления $q_{dac} * K_i$:

$$q_{dac} * K_i = U_i * \alpha / N_{dac},$$

где $\alpha = U_5 / U_1$; U_5 – напряжение на выходе прибора; U_1 – напряжение на выходе ЦАП при $i = 1$; $N_{dac} = 3800$ – номинальное число ступеней квантования ЦАП. Значения $q_{dac} * K_i$ запоминаются в энергонезависимом ЗУ (ЭНЗУ).

Кроме поверки ЭМР в целом прибор рассчитан также на

- ♦ поверку первичного преобразователя расхода, цель которой – определение его градуировочного коэффициента K_p :

$$K_p = U / (I * Q),$$

где U – напряжение на электродах ЭМР, I – ток индуктора, Q – расход; значение K_p должно индексироваться;

- ♦ поверку измерительного устройства ЭМР, в ходе которой формируются информационные выходные сигналы

$$U = K_p * I * Q$$

по задаваемому значению Q при известных (вводимых с клавиатуры) значениях K_p и I .

Указанные поверки требуют измерение значения тока индуктора I . Как видно из структурной схемы рис.1 канал измерения тока содержит ПТН (шунт) и АЦП. Для снижения мультипликативной погрешности этого канала, обусловленной

отклонением сопротивления шунта и коэффициента преобразования АЦП от номинальных значений, в приборе предусмотрена третья калибровочная процедура. При выполнении этой процедуры через шунт пропускается постоянный известный ток I_{cal} , значение которого вводится в ОМК с клавиатуры. При завершении этой процедуры ОМК вычисляет значение:

$$R * S_{adc} = I_{cal} / N_{cal} ,$$

где R – сопротивление шунта, S_{adc} – коэффициент преобразования АЦП, N_{cal} – код напряжения $R * I_{cal}$. Значение $R * S_{adc}$ также запоминаются в энергонезависимом ЗУ (ЭНЗУ). В процессе указанных проверок значение тока индуктора I вычисляется ОМК по формуле:

$$I = N * R * S_{adc} ,$$

где N – код напряжения $R * I$.

Введение калибровочных процедур позволило уменьшить число подстроечных элементов в приборе до одного и снизить относительную погрешность прибора до 0,2 %. Дальнейшее уменьшение относительной погрешности прибора ограничивается погрешностью дифференциальной линейности примененного 12-разрядного ЦАП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельт И.Д., Михайлова Ю.В. Имитационное моделирование электромагнитных расходомеров. “Приборы и системы управления”, №11, 1997г., с.28-34.
2. Евланов Ю.Н., Новиков В.Н., Серов Н.А., Шатохин А.А., Вельт И.Д. Микропроцессорный прибор для имитационной проверки электромагнитных расходомеров и счетчиков количества жидкости. М.: МФИ-99, Доклады международной конференции «Информационные средства и технологии», 1999 г., т. 1, с. 183-186.

Ю.Н. Евланов, В.Н. Новиков, Н.А. Серов, А.А. Шатохин, И.Д. Вельт

**УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОЙ ПОВЕРКИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РАСХОДОМЕРОВ.**

В докладе изложены результаты анализа основных источников погрешностей разработанного интеллектуального прибора для имитационной поверки электромагнитных расходомеров. Рассмотрена алгоритмическая реализация метода коррекции погрешностей функциональных узлов прибора.

Yu.N. Evlanov, V.A. Novikov, N.A. Serov, I.D. Welt

ACCURACY ENHANCEMENT OF THE INSTRUMENT FOR FLOWMETER'S
CALIBRATION BASED ON IMITATION METHOD.

Analysis of the main errors of the smart instrument for the flowmeter's calibration is presented. Algorithm method for the instrument blocks error reducing is suggested.