

Зивенко А.В., к.т.н.; Наконечный А.Г., Гудыма Е.А., Моторкин Д.Ю. м.н.с.

Автоматизированная калибровка измерительных каналов уровня в полиметрических системах с учетом температуры электронного блока

УДК 681.518

В реальных условиях эксплуатации наибольший вклад в погрешность измерения уровня с помощью полиметрических систем вносит температура электронного блока. Для устранения влияния температурного дрейфа электронного оборудования при измерении уровня жидкости в емкостях применяются различные решения – такие как использование распределенного стробоскопического преобразования [1], применение термостатирования компонентов, характеристики которых наиболее сильно зависят от температуры [2], применение строб-преобразования на двух близких генераторах и т.д. [3]. Первый способ наряду с неоспоримыми преимуществами (применение одного стробоскопического преобразователя для ряда измерительных каналов полиметрической системы; значительное снижение температурного дрейфа системы) имеет определенные недостатки: наличие дополнительной погрешности, вызванной температурным дрейфом линий связи между базовым блоком и блоками генераторов-приемников, зависимость метрологических характеристик системы от длины линии связи и т.д.

Применение второго способа ограничено требованиями по искровзрывобезопасности, поскольку термостатирование повышает требования к схеме питания устройства. Кроме того, проблематично выделение наиболее дрейфующих от температуры электронных компонентов и распределение соответствующих компонентов на плате. Третий способ практически устраняет дрейф стробоскопического преобразователя, однако дрейф остальных компонентов системы полностью устранить или компенсировать не удается.

По указанным причинам актуальным является вопрос разработки комплекса новых методов и средств для борьбы с температурным дрейфом показаний систем. Одним из текущих направлений разработки является алгоритмический учет влияния температуры с целью снижения ее температурного дрейфа. В [4] показано, что характеристика преобразования в различных точках диапазона измерения по-разному «зависит» от температуры, что необходимо учитывать, как в процессе измерения так и в процессе градуировки/калибровки измерительных каналов системы. Для изучения температурного дрейфа и оценки метрологических характеристик полиметрических систем (испытаний, метрологической аттестации, поверки, градуировки/калибровки) в широком диапазоне температур (в сложных рабочих условиях) необходимо создание специальных аппаратно-программных средств.

Существующие технические решения для оценки и исследования метрологических характеристик полиметрических систем (касательно измерения уровня) подразумевают измерение временного интервала Z между зондирующим импульсом и импульсом отраженным от искусственно созданной неоднородности волнового сопротивления линии на известном расстоянии L от генератора импульсов. Однако данный подход имеет ряд недостатков: калибровка происходит при фиксированной температуре электронного блока, что отличается от реальных условий эксплуатации систем (при другой температуре электронного блока характеристика преобразования имеет другой характер); процесс калибровки в приведенных случаях сложно автоматизировать. Для устранения данных недостатков авторами был предложен способ исследования метрологических характеристик полиметрических систем с учетом температуры их электронного блока и соответствующий аппаратно-программный комплекс для автоматизированной градуировки/калибровки измерительных каналов уровня, а также способ повышения точности измерения уровня среды в емкости, основанный на использовании данных предварительной калибровке при различных температурах. Структурная схема разработанного устройства для градуировки/калибровки канала измерения уровня жидких и сыпучих сред полиметрической системы представлена на рис. 1.

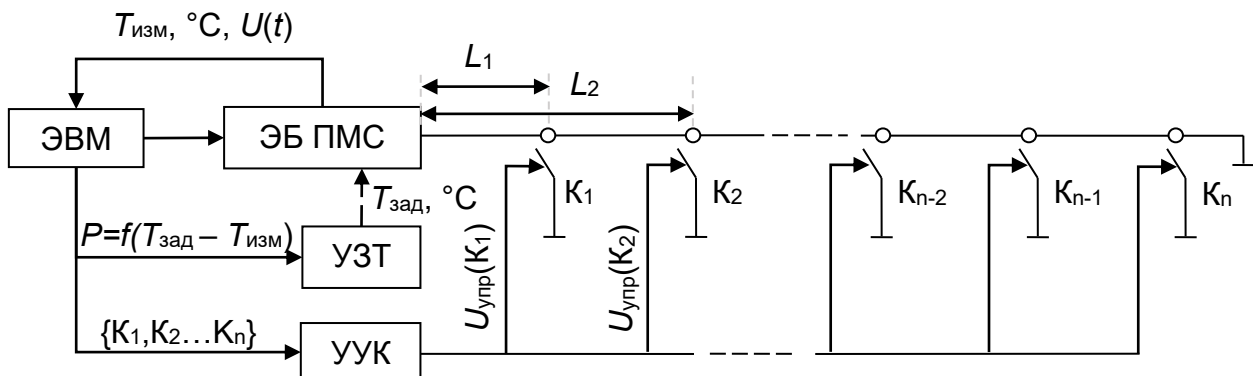


Рис. 1 – Структурная схема устройства для калибровки канала измерения уровня полиметрической системы с учетом температуры электронного блока

На рис. 1 обозначены: $K_1..K_n$ – ключи, замыкающие линию; $T_{зад}$ – задаваемая ЭВМ температура; $T_{изм}$ – измеренная фактическая температура электронного блока полиметрической системы ЭБ ПМС; $U(t)$ – полиметрический сигнал; $P = f(T_{зад} - T_{изм})$ – сигнал управления устройством задания температуры УЗТ, вырабатываемый по разности фактической и желаемой температур электронного блока; $\{K_1, K_2...K_n\}$ – совокупность управляющих сигналов, передающих требуемое состояние ключей от устройства управления ключами УУК.

Работа устройства заключается в сборе и обработке информации о полиметрических сигналах и их параметрах, соответствующих положению замкнутых ключей $K_1..K_n$ (т.е. расстояний до неоднородностей $L_1...L_n$) при определенной,

задаваемой устройством температуре $T_{\text{зад}}$. Таким образом, в результате эксперимента получают калибровочное множество данных, в котором присутствует соответствие:

$$\{Z_i, T_j\} \Rightarrow L_{ij},$$

где Z_i – задержка между зондирующим и отраженным от неоднородности волнового сопротивления импульсами ($i = 1..n$, n – число точек калибровки по расстоянию);

T_j – температура ЭБ ПМС ($j = 1..k$, k – число точек калибровки по температуре);

L_{ij} – реальное значение расстояния до неоднородности, соответствующее получаемой задержке Z_i и температуре T_j .

Обработка полученных данных в результате такой калибровки позволила снизить погрешность оценки уровня до приемлемых $\Delta L = \pm 3$ мм в диапазонах $L = 0,2..12$ м, $T = -20..+60$ °С ($p = 0.95$), $n = 12$.

Выводы. Предложен способ и устройство для калибровки измерительных каналов уровня жидких и сыпучих сред полиметрических систем, которые позволяют учесть влияние температуры электронного блока (окружающей среды) на результаты измерений. Предложенное устройство также позволяет автоматизировать процесс калибровки измерительных каналов уровня и за счет этого значительно сократить время калибровки – до 2 часов (при 12 точках по расстоянию и перепаде температур от -20 до +60 °С).

Список литературы

1. Гордеев Б. Н. Концепция распределенного стробоскопического преобразования и ее использование в полиметрических системах [Электронный ресурс] / Б. Н. Гордеев, А. В. Зивенко // Электронне видання «Вісник НУК». – Миколаїв: НУК, 2010. – № 3. – <http://ev.nuos.edu.ua>.
2. Гордеев Б. Н. Формирование зондирующих импульсов для полиметрических измерительных систем [Текст] / Б. Н. Гордеев, А. В. Зивенко, А. Г. Наконечный // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи. – Херсон, 2010. – № 1(25) – С. 69 – 73.
3. Зивенко А. В. Использование цифровых синтезаторов частоты для реализации стробоскопического преобразования в полиметрических системах [Текст] / А. В. Зивенко, А. Г. Наконечный // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: тези доповідей другої міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК, 2011. – С. 557 – 560.
4. Жуков Ю.Д. Некоторые алгоритмические методы повышения точности полиметрических измерений [Текст] / Ю.Д. Жуков, А.В. Зивенко, А.Л. Виноградов // Вестник РГРТУ, № 1 (выпуск 43), Рязань. – 2013. – С. 113 – 116.