

Автоматизация калибровки каналов уровня полиметрических систем

УДК 681.518

Известно, что в реальных условиях эксплуатации на погрешность измерения уровня влияют факторы, связанные как с особенностями преобразователей (изменение температуры электронного блока, наличие конструктивных особенностей линий передачи, форма зондирующего импульса и т.п.) [1,2], так и непосредственно с производственными процессами и контролируемыми средами (например, с изменением диэлектрической проницаемости слоев продукта). Так, например, при метрологической аттестации/поверке/калибровке каналов измерения (ИК) уровня полиметрической системы работы, как правило, проводят в нормальных (или близких к ним) условиях – что обязательно отражается в соответствующих протоколах. В то же время, при эксплуатации систем на реальных объектах, условия могут значительно отличаться от нормальных. Отдельные методы калибровки, подразумевают введение корректирующих таблиц для учета особенностей преобразователей – например работы в различных температурных режимах с учетом геометрии датчика [3,4]. Актуальной задачей является создание средств метрологического обеспечения, позволяющих автоматизировать процесс калибровки/поверки измерительных каналов, получение данных для дальнейшего изучения при работе в условиях отличных от нормальных.

Структурная схема разработанного стенда для автоматизированной калибровки представлена на рис.1.

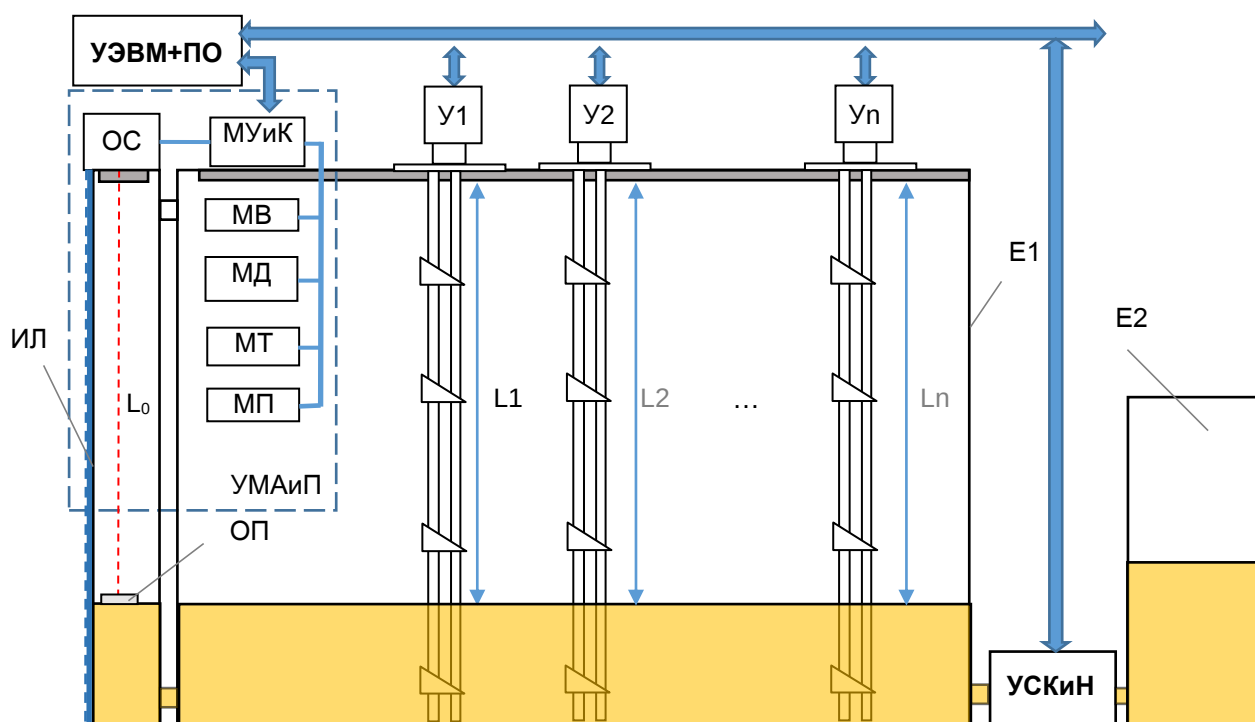


Рис.1 – Структурная схема стенда для автоматизированной калибровки ИК уровня

На рис.1 обозначены: УЭВМ – управляющая ЭВМ; УМАиП – устройство метрологической аттестации и поверки ИК уровня; МД – модуль для измерения

давления; МВ – модули измерения относительной влажности; МТ – модули измерения температуры; МП – модуль питания; МУиК – модуль управления и коммуникации; ОС – образцовое средство измерения уровня; ИЛ – линейка для измерения фактического уровня жидкости; ПО – программное обеспечение; УСКиН – управляемая система клапанов и насосов; У1..Уn – испытуемые ИК уровня; Е1, Е2 – емкости для задания уровня жидкого продукта.

В качестве ОС измерения уровня применяется лазерный дальномер высокой точности ($\Delta L = \pm 0.5$ мм для нормальных условий эксплуатации). Для его применения требуется отражающий поплавок – ОП, выполненный в виде специальной конструкции. Поплавок может содержать в своем составе термометр для контроля температуры слоя жидкости.

Разработанный стенд работает согласно следующему алгоритму. На УЭВМ с помощью соответствующего ПО задается диапазон и шаг изменения уровня продукта, количество измерений и опции работы с «выбросами». УЭВМ контролирует уровень с помощью ОС и как только уровень достигает заданного значения $\pm$ значение уставки – вырабатывает управляющие сигналы для управления насосами. После того как насосы отключены и жидкость в контролируемой емкости «успокоилась», производятся измерения уровня с помощью проверяемых ИК уровня У1..Уn. При этом непрерывно контролируются значения давления, температуры и влажности воздуха. Таким образом автоматически производится калибровка уровнемеров в нормальных условиях. Кроме того, с помощью стенда проводится изучение свойств сред, через которые распространяется электромагнитное излучение. Визуальный контроль уровня может осуществляться с помощью линейки ИЛ, размещенной на емкости со смотровым стеклом. Данные результатов измерений с помощью уровнемеров и образцовых средств измерений записываются в журнал, в котором также сохраняются данные о времени измерений, относительной влажности, давлении и температуре воздуха. Данная информация является важной, поскольку скорость распространения электромагнитных волн сильно зависит от свойств среды распространения:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}},$$

где c – скорость света в вакууме, ε – значение диэлектрической проницаемости (ДП) среды; V – скорость распространения электромагнитной волны в среде.

ДП воздуха связана с атмосферным давлением, температурой и влажностью [5]. Графики на рис. 2 иллюстрируют эту зависимость при атмосферном давлении 760 мм рт.ст.. Видно, что значения ДП воздуха для различных вариантов влажности отличаются значительно, что может приводить к возникновению неучтенной погрешности.

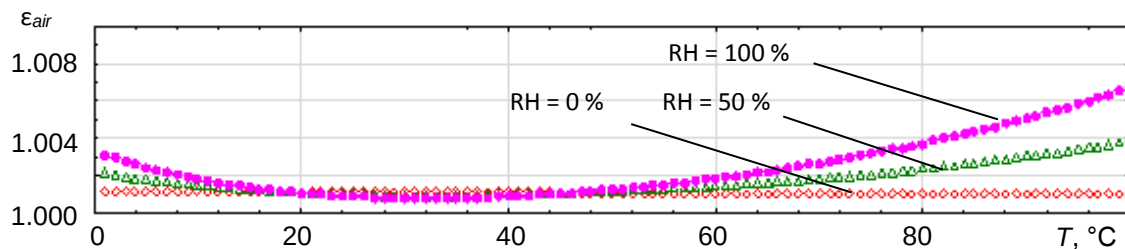


Рисунок 2 – График зависимости ДП воздуха в зависимости от его температуры и влажности RH

Результаты моделирования показывают, что для отдельных температур разница между показаниями, полученными при значениях влажности воздуха 10% и 100% может достигать 1 мм на 1000 мм (при нормальном давлении).

Выводы. Разработан аппаратно-программный комплекс для одновременной автоматической/автоматизированной калибровки нескольких измерительных каналов уровня полиметрических систем. Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическими моделями других авторов и могут быть использованы для корректировки показаний ИК уровня в зависимости от условий процессов измерения и калибровки (температуры, давления и влажности воздуха).

Список литературы

1. Полиметрические системы: теория и практика : Монография / Ю.Д. Жуков, Б.Н. Гордеев, А.В. Зивенко, А.Ю. Грешнов, О.А. Зимина, В.Н. Чегринцев, Е.О. Пришепов; под ред. Ю. Д. Жукова. – Николаев : Атолл, 2012. – 382 с. : илл., табл.
2. Зивенко А.В. Автоматизированная калибровка измерительных каналов уровня в полиметрических системах с учетом температуры электронного блока [Текст] / Зивенко А.В., Накоенный А.Г., Моторкин Д.Ю., Гудыма Е.А. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2013. – с. 424–427.
3. Пат. 87953 Україна, МПК (2014.01) G01F 25/00 (2006.01 G01F 23/284). Пристрій для калібрування/градування та визначення метрологічних характеристик вимірювального каналу рівня в поліметричній системі [Текст] / Гордєєв Б. М., Жуков Ю.Д., Зівенко О.В., Гудима Є.А., Наконечний О.Г., Моторкін Д.Ю. – u201311070; заявл.: 17.09.2013; опубл.: 25.02.2014, Бюл.№ 4.
4. Жуков Ю.Д. Оптимизация параметров стробоскопического преобразователя для повышения точности оценки характеристик жидких сред [Текст] / Жуков Ю.Д., Зивенко А.В., Наконечный А.Г. // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали V міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2014. – с. 404-406.
5. IDA NATHAN Lectures and Courses [URL] Режим доступа <http://ee.ascs3.uakron.edu/ida/sensors.html>