

Р.А. СИМОНЯН, А.Г. ГУЛЯН, О.Ж. СЕВОЯН, Э.Г. ВЕЗИРЯН,
О.А. МАРТИРОСЯН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА БИНАРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Описано устройство для точного определения процентного состава бинарных жидкостей. Исследуется способ калибровки устройства. Устройство выполнено в двух вариантах: стационарный вариант с сетевым питанием и малогабаритный портативный вариант с микропроцессорным управлением и автономным питанием. Показана целесообразность применения данной разработки в научных исследованиях, промышленности и в народном хозяйстве.

Ключевые слова: точность, стабильность, калибровка, бинарная жидкость.

В [1,2] описано радиометрическое устройство для исследования коэффициента передачи или уровня диффузного отражения лучей ИК диапазона в ряде пищевых продуктов (масло, сыр, маргарин и т.д.). Обнаружено, что для бинарных жидкостей (например, дистиллированная вода + этиловый спирт) коэффициент передачи ИК лучей от концентрации имеет пропорциональный характер [1].

В настоящей работе описано устройство, позволяющее с высокой точностью определить процентный состав бинарных жидкостей.

Устройство было разработано в двух вариантах: стационарный вариант термостатируемой измерительной камерой и портативный вариант микропроцессорным управлением и температурной коррекцией полученных результатов.

Структурная схема стационарного устройства приведена на рис 1.

Структурная схема содержит 3 основных узла: а) узел стабилизации излучаемой мощности; б) узел измерения мощности излучения после прохождения ИК лучей через измерительную среду; в) узел выделения напряжения, пропорционального количеству одного из компонентов бинарной жидкости.

В узел стабилизации мощности излучения входят: источник 1 для питания излучателя, полупрозрачное зеркало 3, фотодиод 4, усилитель переменного тока 5, синхронный фильтр - детектор 6, дифференциальный усилитель 7, источник напряжения постоянного тока 8 и излучающий диод 2.

Стабилизация мощности излучения производится следующим образом. Сигнал фотодиода 4 после усиления усилителем 5 преобразуется в напряжение постоянного тока узлом 6 и поступает к одному из входов дифференциального усилителя 7. Ко второму входу соединен выход источника напряжения 8, выходным сигналом которого управляется мощность излучения диода 2 через источник 1. Модуляция излучения осуществляется подачей импульсно-

напряжения на вход модуляции источника 1 с выхода генератора меандра 16. Кроме этого, выход блока 16 используется также для управления ключами синхронного фильтра – детектора 6. Любое изменение выходной мощности приводит к такому изменению напряжения на выходе дифференциального усилителя 7, что в конечном счете мощность излучения остаётся строго постоянной и определяется уровнем напряжения источника 8.

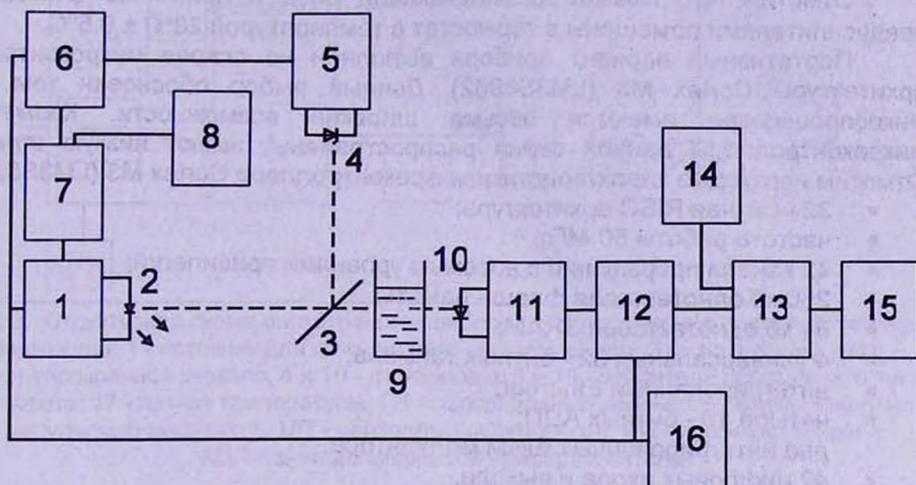


Рис. 1. Структурная схема устройства для определения состава бинарных жидкостей: 1 - источник для питания излучающего диода, 2 - излучающий диод, 3 - полупрозрачное зеркало, 4 и 10 - фотодиоды, 5 и 11 - усилители переменного тока, 6 и 12 - синхронные детекторы – фильтры, 7 и 13 - дифференциальные усилители постоянного тока, 8 и 14 - регулируемые стабилизированные источники напряжения постоянного тока, 9 - кювета, 15 - цифровой вольтметр, 16 - генератор меандра

Узел измерения мощности излучения состоит из преобразователя ИК излучения 10 (фотодиод), усилителя 11, синхронного фильтра – детектора 12 и кюветы 9 с измеряемой жидкостью. ИК излучение диода 2 после измеряемой среды кюветы 9 преобразуется в напряжение переменного тока фотодиода 10, усиливается блоком 11, и в напряжение постоянного тока синхронным фильтром – детектором 12, ключи которого управляются выходным напряжением блока 16. Таким образом, на выходе синхронного фильтра – детектора 12 имеем постоянное напряжение, пропорциональное мощности падающего в окно фотодиода 10.

Узел выделения напряжения, пропорционального количеству одного из компонентов жидкости, состоит из дифференциального усилителя 13 и источника напряжения постоянного тока 14. При этом на один из входов дифференциального усилителя 13 подаётся выходное напряжение блока 12, а на другой - выход источника 14. Выходное напряжение усилителя 13 измеряется цифровым вольтметром 15.

Калибровка устройства производится следующим образом. В кювету 9 вливается дистиллированная вода, на выходе СФСД 12 напряжение устанавливается в определенном уровне (например, 1000 мВ) при помощи

изменения коэффициента усиления усилителя 11. После чего выходное напряжение источника регулируется так, чтобы на выходе (выход блока 13) устройства получилось нулевое напряжение. Далее из кюветы 9 выливается вода и вливается этиловый спирт особой чистоты с известным содержанием спирта (96,6°). Изменением усиления усилителя 14 на выходе получается напряжение 996 мВ, что и показывает вольтметр 15.

Отметим, что кювета 9, излучающий диод и приемные фотодиоды с предусилителями помещены в термостат с температурой $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Портативный вариант прибора выполнен на основе микроконтроллера архитектуры Cortex M3 (LM3S8962). Данный выбор обоснован тем, что в микропроцессоре имеются весьма широкие возможности. Кроме того микроконтроллеры данной серии распространены, имеют низкую стоимость. Отметим некоторые характеристики микроконтроллера Cortex M3 (LM3S8962):

- 32 - битная RISC архитектура;
- частота работы 50 МГц;
- 42 канала прерываний с восемью уровнями привилегий;
- 256 кб одноканальная флеш - память;
- 64 кб одноканальная SRAM;
- 4 универсальных 32 - битных таймера;
- интегрированный Ethernet;
- четыре 10 - битных АЦП;
- два интегрированных ШИМ модулятора;
- 42 цифровых входа и выхода.

Структурная схема портативного прибора с микропроцессорным управлением приведена на рис 2.

Стабилизация мощности излучения диода 2 производится следующим образом. Отраженное от полупрозрачного зеркала 3 излучение создает ток через фотодиод 4, затем после усилителя 5 сигнал подается к входу одного из 4-х АЦП микропроцессора и преобразуется в цифровую форму. После обработки в зависимости от уровня сигнала на выходе блока 5, сигнал в виде ШИМ последовательности импульсов подается на выход МП, и после ФНЧ напряжение подается на вход управления тока блока 1. Модуляция тока излучаемого диода 2 осуществляется подачей модулирующего напряжения на вход модуляции блока 1.

Для температурной компенсации параметра измерения применен термодатчик типа DS1631, удобный для непосредственной подачи цифровой информации в МП. Микропроцессор, исходя из анализа данных термометра, определяет температуру и вводит температурную коррекцию в результат измерения.

Узел измерения мощности излучения состоит из преобразователя ИК излучения 10 (фотодиод), усилителя 11 и кюветы 9 для измеряемой жидкости. ИК излучение диода 2 после измеряемой среды кюветы 9 преобразуется в напряжение переменного тока фотодиода 10, усиливается блоком 11 и преобразуется в цифровую форму с помощью АЦП (в составе МП).

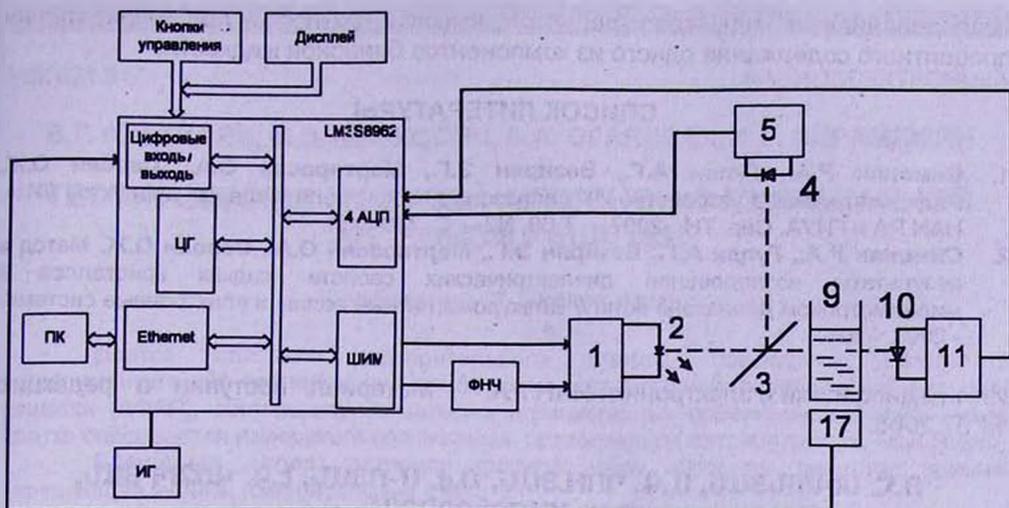


Рис 2. Структурная схема портативного прибора для определения состава бинарных жидкостей: 1 - источник для питания излучающего диода, 2 - излучающий диод, 3 - полупрозрачное зеркало, 4 и 10 - фотодиоды, 5 и 11 - усилители переменного тока, 9 - кювета, 17 - датчик температуры, ПК - персональный компьютер, ШИМ - широтно-импульсный модулятор, ЦП - центральный процессор, ИП - источник питания, АЦП - аналого-цифровой преобразователь

Узел выделения напряжения, пропорционального количеству одного из компонентов жидкости, реализован программным способом. Результат оцифровки сравнивается с эталонным напряжением и выводится на дисплей.

Устройство питается от перезаряжаемых аккумуляторов. Перезарядка происходит включением устройства к USB порту компьютера или подключением внешнего зарядного устройства.

Калибровка устройства производится следующим образом. В кювету 9 вливается дистиллированная вода, в главном меню выбирается подменю «калибровка», в новом открывшемся меню выбирается «вода», программа делает измерения и запоминает это значение. Потом из кюветы 9 выливается вода и вливается этиловый спирт особой чистоты с известным содержанием спирта (96,6°), но уже в меню «калибровка» выбирается «спирт», результат измерения делится на 966 и коэффициент запоминается. После чего в кювету вливается измеряемая жидкость и в главном меню выбирается пункт «Измерения».

Габариты: 20x70x150 мм;

вес ≤ 400 г;

питание: 4.4 ... 5.2 В;

мощность потребления: 1.2 Вт;

время непрерывной работы (автономным источником) - 4 часа.

Заключение. Устройство, описанное выше, может найти широкое применение для экспресс-анализа на содержание количества спирта в водочных изделиях, в технологических циклах соответствующего профиля, в научных

исследованиях и т.д., где требуется высокая точность при определении процентного содержания одного из компонентов бинарной жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симонян Р.А., Гулян А.Г., Везирян Э.Г., Мартиросян О.А., Севоян О.Ж. Радиометрическое устройство ИК диапазона для контроля пищевых продуктов //Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. -2007. – Т.60, N2. – С. 338-345.
2. Симонян Р.А., Гулян А.Г., Везирян Э.Г., Мартиросян О.А., Севоян О.Ж. Метод и результаты исследования диэлектрических свойств жидких кристаллов в миллиметровом диапазоне волн // Электромагнитные волны и электронные системы. - 2008. - №4.

Ин-т радиофизики и электроники НАН РА. Материал поступил в редакцию 14.07.2008.

Ռ.Տ. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Ա.Գ. ԴՈՒՅԱՆ, Օ.Ջ. Ս-ՈՅԱՆ, Է.Գ. ՎԵԶԻՐՅԱՆ, Օ.Ա. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ ԵՐԿԲԱՂԱԴՐԻՉ ԵՆԴՈՒԿՆԵՐԻ ԿԱՅՍԸ ՈՐՈՇՈՂ ՍԱՐՔ

Նկարագրված է երկբաղադրիչ հեղուկ լուծույթների բաղադրամասերի տոկոսային պարունակությունը ճշգրտորեն որոշող սարք: Սարքի մեջ մտնում են զգայուն ԻԿ ռադիոմետր, ԻԿ տիրույթի մոդուլացված ճառագայթի աղբյուր, որն ունի կայունացված հզորության մակարդակ և բաղադրամասերի տոկոսային պարունակության ճշգրիտ որոշման չափիչ սխեմա: Նկարագրված է նաև սարքի տրամաչափման մեթոդը: Սարքն իրացված է երկու տարբերակով՝ ցանցային, լաբորատոր և ինքնուրույն սնուցումով, միկրոպրոցեսորային ղեկավարումով փոքրաչափ տարատեսակ: Սարքը կարող է լայն կիրառում գտնել ժողովնտեսության, գիտական փորձարարական հետազոտություններում, արդյունաբերության մեջ՝ նմանօրինակ բարձր ճշտության սարքերի բացակայության պատճառով:

Առանցքային բառեր. ճշգրտություն, կայունություն, տրամաչափում, երկբաղադրիչ հեղուկ:

R.H. SIMONYAN, A.G. GULYAN, O.Z. SEVOYAN, E.G. VEZIRYAN, O.A. MARTIROSYAN DEVICE FOR DETERMINING STRUCTURE OF BINARY LIQUIDS

The device in the structure of sensitive radiometer of IR range, the stabilized modulated source of radiation and measuring scheme for exact definition of a percentage of binary liquids is described. The way of device calibration is described as well. The device is executed in two variants: a stationary variant with a network feed and a small-sized portable variant with microprocessor management and an independent power source. Application of the given development is expedient in scientific research, in the industry and in the national economy because of precision device absence of similar destination.

Keywords: accuracy, stability, calibration, binary liquid.