

конфигурационные байты, определяющие, какой из наборов инструкций станет активным после включения питания. Если установить набор инструкций MCS-51, то в этом случае MCS-251 будет совместим с MCS-51 на уровне двоичного кода. Такой режим называется Binary Mode. Другой режим Source Mode позволяет с максимальной эффективностью использовать расширенные инструкции и достигнуть наибольшего быстродействия, но требует переработки программного обеспечения.

Микроконтроллеры семейства MCS-96 фирмы Intel предназначены для использования в контрольно-измерительных системах и приборах в качестве встраиваемых микропроцессорных устройств. Основными достоинствами микроконтроллеров семейства MCS-96, является:

1. Расширенная разрядная сетка, позволяющая выполнять операции с данными, представленными в формате "байт" (8 бит) и формате "слово" (16 бит), а некоторые операции - в формате "двойное слово" (32 бита);

2. Улучшенная система операций, содержащая операции умножения и деления для чисел со знаком и без знака при разных форматах представления данных, операции сдвига на заданное число разрядов, операции групповой пересылки;

3. Совершенная система команд, имеющая в своем составе двухадресные и трехадресные команды арифметических и логических операций с различными способами адресации, что позволяет создавать компактные и быстродействующие программы;

4. Многообразие расположенных на кристалле периферийных устройств, выполняющих функции ввода и вывода данных, событий и аналоговых сигналов, обслуживания запросов прерывания без остановки текущей программы, контроля правильности функционирования микроконтроллера, что позволяет разрабатывать малогабаритные и надежные устройства с минимальным числом дополнительных микросхем;

5. Наличие большого числа программных и программно-аппаратных средств поддержки разработки аппаратуры на базе микроконтроллеров семейства MCS-96.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. / Сост. Ю.А. Шпак, К.: "МК-Пресс", 2006. — 400 с. 2. Самоучитель по микропроцессорной технике. / Белов А.В., СПб.: Наука и Техника, 2003. — 224 с. 3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия, 2010. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. 4. Общие рекомендации [Электронный ресурс] " Программирование микроконтроллеров " 2010. - Режим доступа: <http://microdesign.by.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. 5. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Microchip; режим доступа <http://www.microchip.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010. 6. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Atmel; режим доступа <http://www.atmel.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010. 7. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Intel; режим доступа <http://www.intel.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010.

УДК 621.317.353.3; 620.171; 621.3.087; 621.43-61

Колешко В.М., Сунка В.Я., Шиманович А.В., Левый Ю.В., Грибовский В.О.

ЭКСПРЕСС АНАЛИЗАТОР МОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Качество бензина и дизельного топлива – определенная совокупность физико-химических свойств нефтепродуктов, зависящих как от химического состава (плотности, вязкости, температуры: кипения, замерзания, вспышки, самовоспламенения и т. д.), так и внешних условий (содержание твердых частиц, санкционированного и «несанкционированного» разбавления топлива жидкими и порошкообразными добавками и т. д.). Качество бензинов, масел и дизтоплива определяется сложной системой количественных показателей, достаточно полно

прописанной в соответствующих межгосударственных ГОСТ и национальных государственных стандартах.

Современная техника предъявляет все более жесткие требования к эксплуатационным свойствам нефтепродуктов [1,2]. С другой стороны, к сожалению, расширяется «отрасль» по несанкционированному введению в моторное топливо, хранящееся на базах и поступающее на автозаправочные станции (АЗС) для реализации, все возможных химических жидкостных и сухих порошкообразных или таблеточных «добавок» с целью «необоснованного (не действительного)» повышения октанового числа (ОЧ). Последнее выполняется с целью либо прямого воровства либо получения необоснованной прибыли на заниженном качестве автомобильного моторного топлива. Поэтому необходимо ужесточить и наладить оперативный все охватывающий контроль качества моторного топлива находящегося в сети продажи - на АЗС и на базах хранения.

Для контроля соответствия автомобильного топлива требованиям ГОСТ 2084-77, ГОСТ 511-82, ГОСТ 305-82, СТ СЭВ 2243-80, СТБ ЕН 12177-2005 и др. используют общеизвестные методы: измерение химического состава, дающее детальную информацию о спектральном составе топлива, и контроль октанового (бензины) или цетанового (дизельное топливо) (ОЧ или ЦЧ) числа топлива с помощью одноцилиндровых установок УИТ-65(85), позволяющий получить информацию о его антидетонационных свойствах. Эти методы требуют больших временных затрат и применения сложного оборудования. Они непригодны для оперативного контроля параметров непосредственно в технологическом процессе производства топлива или экспресс-анализа. Показателем детонационной стойкости автомобильных бензинов является ОЧ, показывающее содержание изооктана (в % объема) в смеси с н-гептаном, которая по детонационной стойкости эквивалентна топливу, испытываемому в стандартных условиях. ОЧ бензинов определяют по одному из 3-х лабораторных методов [3]:

- моторным методом при длительной работе двигателя на номинальных нагрузках, в обозначении бензина этот метод не указывается (А-76);

- исследовательским методом определяется детонационная стойкость бензина при неустановившихся режимах (АИ-93, А-автомобильный, И-исследовательский метод определения ОЧ, ОЧ = 93);

- температурным методом оценивают ОЧ высокооктановых авиационных бензинов и высокооктановых компонентов с ОЧ = 90÷115.

ОЧ, определенное моторным методом, обычно ниже ОЧ, измеренное исследовательским методом. Разность значений ОЧ по исследовательскому и моторному методу характеризует чувствительность бензина к режиму работы двигателя.

Наряду со стандартными методами определения ОЧ и ЦЧ в настоящее время получают широкое распространение более быстрые, чем лабораторные, методы, основанные на применении спектральных и хроматографических методик анализа. Однако длительность измерительного процесса и дороговизна оборудования является главными их недостатками.

Наиболее перспективны экспресс-методы определения ОК и ЦЧ автомобильного моторного топлива, в основу которого положен принцип оценки качества моторного топлива по определению физических свойств бензинов и примесей в них, что повышает производительность измерений в 25-30 раз.

Известны различные методы и устройства, основанные на измерении электрофизических параметров (диэлектрической проницаемости или/и тангенса угла диэлектрических потерь) с применением радиоволновых низкочастотных (НЧ), высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) резонаторов, содержащих контролируруемую жидкость. На рис. 1 представлена зависимость ОЧ (ЦЧ) бензинов от значения их диэлектрической проницаемости, из которой очевидно, что для реальных моторных топлив изменение величины ОЧ (ЦЧ) составляет максимум 2- 3 раза, что соответствует изменению величины диэлектрической проницаемости всего на 5÷7 %. Столь малый диапазон изменения диэлектрической проницаемости накладывает чрезвычайно жесткие условия к стабильности и точности работы автогенераторов, являющихся основной частью измерителей ОЧ (ЦЧ) моторного топлива – октанометров. С целью повышения метрологических и эксплуатационных параметров октанометры, безусловно, должны работать в диапазоне ВЧ или СВЧ частот.

Сущность метода заключается в измерении рабочей частоты автогенератора с LC -резонатором (кювета), заполненным анализируемым моторным топливом, и в последующем определении ОЧ (ЦЧ) по экспериментальным зависимостям измеренной частоты. В настоящее время существует два экспресс-метода измерения параметров автомобильного топлива:

- по зависимости ОЧ (ЦЧ) моторного топлива от значения полной диэлектрической проницаемости (ϵ);

- метод измерения ОЧ и ЦТ по величине составляющих действительной (ϵ') и мнимой (ϵ'') комплексной диэлектрической проницаемости.

Остановимся на каждом методе более подробно. Одним из основных недостатков измерительных устройств по первому методу является их ограниченная область применения, обусловленная контролем только моторного топлива, являющегося очень хорошим диэлектриком. Если моторное топливо (бензин, дизтопливо) имеет большие диэлектрические (активные) потери, добротность измерительных LC -резонаторов становится малой величиной и погрешность измерений возрастает пропорционально величине активных потерь, определяемых величиной (ϵ'') в контролируемом топливе. При практическом исследовании реальных бензинов установлено, что они обладают существенной удельной активной проводимостью: обычно величина проводимости находится в пределах от 5 до 100 нСм/м, а у некачественных бензинов может достигать $10^3 + 10^5$ нСм / м и более. С учетом этого, измерение диэлектрической проницаемости стандартными методами (различного рода простейшие измерители ёмкости) становится невозможным - все они приводят к существенному завышению значения реальной ёмкости и ОЧ и а, следовательно, и к повышению погрешности измерений. При очень больших значениях активной проводимости происходит срыв работы автогенератора и измерения принципиально невозможны.

Известно устройство, в котором определение ОЧ моторного топлива ведется по первому методу измерения полной диэлектрической проницаемости, при этом для повышения точности измерений введена компенсация значения ОЧ (ЦЧ) по температуре и плотности топлива [4]. Для обратной связи параллельно конденсатору (кювета с топливом) вводятся два варикапа, управляющие входы которых соединены соответственно с выходом датчика температуры и датчика плотности. Решение по построению измерительной системы хорошее, однако дополнительно в резонатор в данном варианте вводятся активные потери двух, параллельно включенных, варикапов, что приводит к завышению реальной ёмкости резонатора (кюветы), а значит к увеличению погрешности измерения ОЧ или ЦЧ.

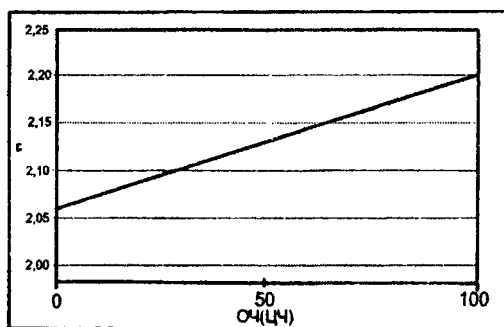


Рис. 1. Зависимость величины ОЧ от значения резонатора на эталонном (1) и контролируемом (2) топливе

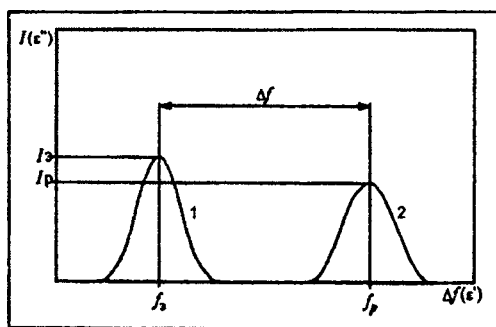


Рис. 2. АЧХ проводимости диэлектрической проницаемости

По второму методу разработано устройство [5], в котором отдельно определяются действительная (ϵ') и мнимая (ϵ'') составляющие комплексной диэлектрической проницаемости моторного топлива как образцового, заливаемого в эталонный резонатор, так и контролируемого топлива, заливаемого в измерительный резонатор. Происходит непосредственное сравнение параметров эталонного и реального топлива, по результатам обработки которых находят ОЧ или ЦЧ исследуемого топлива. Измерение составляющих комплексной диэлектрической про-

ницаемости основано на анализе амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) токов (напряжений) в колебательных LC - контурах с эталонным и измерительным резонаторами (рис. 2, зависимости 1 и 2). По максимумам токов АЧХ определяется частота резонанса (по действительной составляющей проницаемости (ϵ')), а по величине максимумов АЧХ – мнимая (активная) составляющая комплексной диэлектрической проницаемости (ϵ''). Недостаток этого метода – отсутствие поправок на значение вязкости, плотности и температуры контролируемого моторного топлива.

В разработанном авторами приборе (рис.3) учтены недостатки указанных выше методов и предложенный способ определения ОЧ этилированных и неэтилированных бензинов или ЦЧ дизельного топлива, наиболее близок к методу, изложенному в [5]. По этому методу измеренное значение числа ОЧ (ЦЧ) равно $N = \sum \epsilon^n(\alpha_i) + b_p + c_T + d_\eta$, одновременно производится корректировка величины N по изменяющимся величинам плотности, температуры и вязкости (при контроле моторных топлив при низких температурах) Здесь приняты следующие обозначения: ϵ - диэлектрическая проницаемость, ρ – плотность (г/см^3), T – температура ($^{\circ}\text{C}$), η - динамическая вязкость ($\text{Па}\cdot\text{с}$); при этом - $\epsilon^n(\alpha_i) = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ и b, c, d - постоянные коэффициенты, определяемые при калибровке. В качестве информационного параметра используют диэлектрическую проницаемость ϵ , при этом в процессе измерения диэлектрической проницаемости анализируемой пробы дополнительно замеряют значение температуры, вязкости и плотности пробы и окончательный результат ОЧ корректируется по этим дополнительным измерениям. Перед измерениями в кювету (измерительный резонатор) заливается эталонное топливо и АЧХ тока (напряжения) на измерительном LC -резонаторе, в полосе его пропускания, заносится в ПЗУ микроконтроллера (МК) как эталон для последующего сравнения с ним АЧХ реальных образцов моторного топлива. Прибор относится к группе автоматизированных анализаторов по ГОСТ 16851-71.

Описание работы по блок-схеме

После включения питания прибора (рис.3) производится автоматическая самодиагностика. После ее окончания выводится на экран информация о готовности к работе (или обнаруженной неисправности). После получения сигнала о начале измерения (нажатие кнопки или получение сигнала от компьютера) с выхода микроконтроллера (МК) подается код на вход цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) блока управления частотой управляемого генератора 8, который генерирует выходной сигнал в виде медленно изменяющегося (пилообразного) напряжения. Далее это напряжение подается на управляемый генератор 7 синусоидального сигнала высокой частоты (ВЧ). ВЧ напряжение поступает в измерительный LC -резонатор 6 – кювету с контролируемым топливом. С выхода измерительного резонатора 6 ВЧ напряжение подается на смеситель 11, где смешивается с ВЧ напряжением генератора опорной частоты 12. Частотно модулированное напряжение поступает на полосовой фильтр (ПФ) нижних частот 15, где из смеси сигналов выделяется напряжение разностной частоты в диапазоне $f \sim (50 \div 110)$ МГц. Затем эта частота измеряется цифровым частотомером 16, с выхода которого код о частоте передается в основной МК центрального пункта управления (ЦПУ) 13.

Основу блока обработки информации составляет МК типа Atmega 32-16br фирмы Atmel, обладающий большим количеством периферийных устройств и достаточной оперативной и запоминающей памятью. Он выполняет функции основного устройства контролирующего работу окнометра и выполняющего обработку и анализ полученной информации.

Основой блока управления частотой управляемого генератора 8 является высокоточный 10 битный ЦАП, подключенный к МК блока обработки информации по шине I²C. ЦАП обладает собственным буфером и воспроизводит последнее записанное значение напряжения до поступления сигнала о следующем уровне напряжения, что позволяет МК блока обработки информации переключаться на другую задачу (обработка результатов измерения, выполнение расчетов и т.д.) и не тратить при этом вычислительную мощность на генерацию управляющего сигнала.

Управляемый генератор 7 и генератор опорной частоты 12 представляют собой интегральные генераторы управляемые напряжением (ГУН) с плавным изменением частоты в рабочем диапазоне изменения частот от ~ 50 до 975 МГц. Основное отличие между ними в том, что на генератор опорной частоты 12 подается строго фиксированное управляющее напряжение, в то время как

вход управляемого генератора 7 подключен к выходу ЦАП блока 8 и управляется его выходным напряжением.

Измерительный резонатор представляет собой колебательный LC – контур, состоящий из катушки индуктивности с высокой добротностью (200÷500) и электрической емкости кюветы, соединенных параллельно (последовательно). Кювета (емкость цилиндрической формы) заполняется исследуемой жидкостью - моторным топливом, параметры которой подлежат определению. Одной из обкладок конденсатора служит покрытая металлическим напылением внутренняя стенка кюветы, а другой обкладкой служит металлический камертон, закрепленный на дне кюветы (он же измеритель плотности и вязкости).

Блок 11 состоит из смесительного диода и полосового фильтра низких частот 15. Основная задача данного устройства смешать частоты опорного 12 и управляемого генераторов 7 и выделить напряжение разностной частоты сигнала, для последующего его усиления и анализа в блоке измерения частоты.

Блок 16 необходим для измерения разностной частоты в диапазоне $f \sim (50 \div 110)$ МГц, получаемого с ПФ фильтра низких частот 15, для последующей обработки и преобразования в МК ЦПУ с целью получения значения ОЧ (ЦЧ) по величине действительной части (ϵ) комплексной диэлектрической проницаемости контролируемого топлива. Принцип измерения частоты основан на время - импульсном методе подсчета количества пришедших на счетчик импульсов за 1 секунду. После измерения разностной частоты ее значение передается в главный МК ЦПУ.

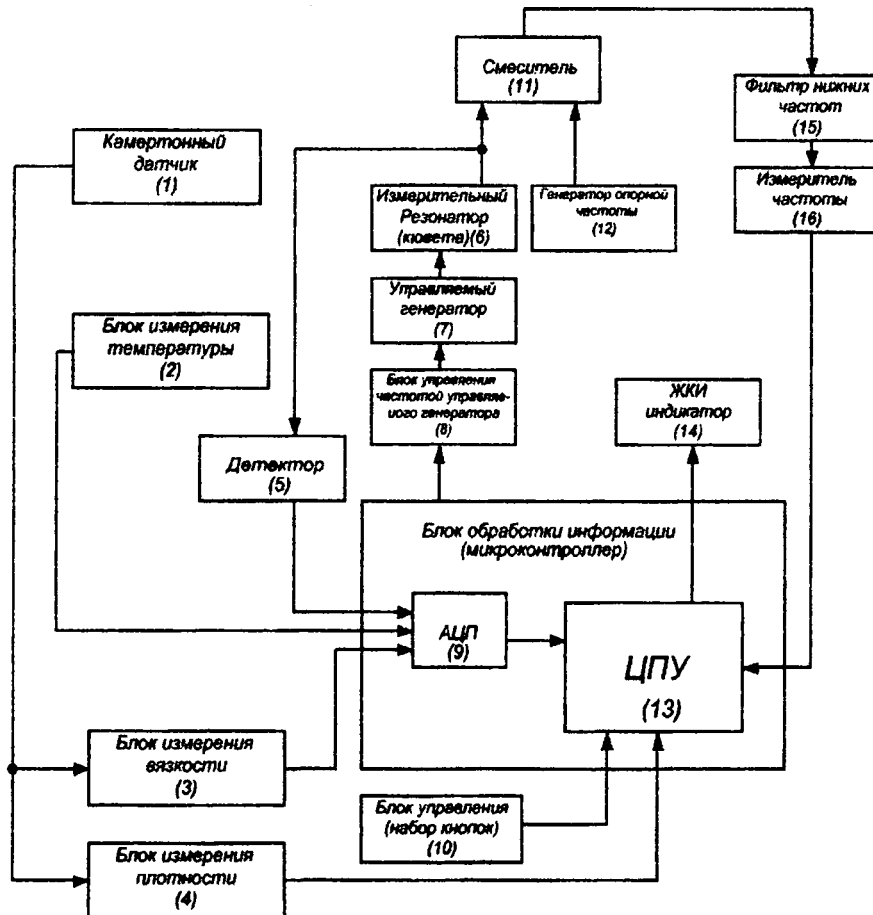


Рис. 3. Блок-схема октанометра

Блок измерения 2 определяет температуру контролируемой жидкости для использования ее значения для последующей коррекции показаний величины ОЧ (ЦЧ). Чувствительным элементом в этом блоке является терморезистор, который находится в кювете с жидкостью. Для дополнительной линейризации передаточной функции в схему последовательно включен прецизионный

резистор с очень маленьким значением температурного коэффициента электрического сопротивления. Сигнал с терморезистора усиливается в ~ 50 раз не инвертирующим усилителем и подается на вход встроенного в МК аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 9.

Блок 3 позволяет измерить вязкость исследуемого моторного топлива по амплитуде выходного сигнала камертона 1. Он состоит из вибрирующего камертона 1 с частотой $\sim 150 \div 250$ Гц, автогенератора, буферного усилителя и детектора выпрямляющего переменного напряжения в постоянное напряжение, которое подается на АЦП 9 МК блока обработки информации.

Блок 4 позволяет измерить зависимость плотности исследуемой жидкости по частоте выходного сигнала камертона 1. Он состоит из входного усилителя, триггера Шмидта, который преобразует синусоидальный сигнал в прямоугольной формы импульсы с короткими фронтами. МК ЦПУ измеряет частоту в диапазоне $\sim 150 \div 250$ Гц время - импульсным методом подсчета количества пришедших на счетчик импульсов за 1 секунду с помощью внутреннего счетчика и таймера. После чего сигнал передается основному МК через интерфейс его порта ввода - вывода.

ЖКИ индикатор представляет собой знаковосинтезирующий дисплей на основе контроллера HD44780 (или совместимого с ним KS0066). В настоящее время они де-факто являются промышленным стандартом на рынке встраиваемых систем. В приборе используется ЖКИ с разрешением 16×2 , но возможно использование и других типов (модификации 8×1 , 20×4 , 40×4 и др.) в зависимости от условий использования октанометра и требований индикации информации для пользователя.

Конструктивно октанометр типа «БелОК-01» состоит из измерительной кюветы (резонатор) и электронного блока. На передней панели электронного блока расположены кнопки управления экспресс-анализатором - «Калибровка», «Измерение» «Сброс», «Применить», «Отмена» и др. При взятии проб контролируемой жидкости предусмотрена возможность выдавливания части жидкости для устранения пузырьков воздуха. Питание анализатора осуществляется от четырех компактных батарей типа АА.

Предварительно до начала эксплуатации в память МК октанометра «БелОК-01» записывается полная АЧХ напряжения на измерительном LC-резонаторе, определяются все необходимые параметры эталонных жидкостей (ОЧ или ЦЧ, температура, плотность, вязкость) для последующего сравнения их с измеряемыми аналогичными параметрами реальных жидкостей.

Процесс проведения измерений и калибровки

1. Включение питания.
2. Ожидать появления сигнала о готовности (появление надписи «готов к измерению» на дисплее), свидетельствующей о проведенном предварительном тестировании электронного блока прибора без наличия измеряемой жидкости в кювете.
3. Заполнить кювету 6 эталонной жидкостью - бензином или дизельным топливом.
4. При нажатии кнопки «Сброс» МК октанометра выполняет очистку своей энергонезависимой памяти от ранее сохраненных характеристик жидкостей.
5. При нажатии кнопки «Измерение» определяются все необходимые параметры эталонных жидкостей и записываются в энергонезависимую память. Для повышения точности измерений МК ЦПУ организует измерение не менее 5 раз, каждый раз заносит результаты измерений в память микроконтроллера, а затем усредняет их.
6. Микроконтроллер сохраняет введенные пользователем данные в энергонезависимой памяти.
7. По команде пользователя нажатием кнопок «Сброс» и «Калибровка» перезагружаем микроконтроллер, после чего он готов к выполнению следующего цикла измерений.
8. Промыть кювету 6 от эталонной жидкости и заполнить реальной измеряемой жидкостью.
9. При нажатии кнопки «Измерение» происходит процесс измерения, а затем и определения электрофизических параметров контролируемой жидкости. Измерение выполняется аналогично п.5 не менее 5 раз с последующим усреднением результатов измерений.

10. Пользователь сопоставляет измеренные значения параметров топлив с сохраненными в памяти октанометра названиями эталонных марок топлива нажатием кнопки «Применить».
11. Для следующего измерения необходимо на той же жидкости или новой контролируемой жидкости заданного типа жидкостей начать новый цикл нажатием кнопки «Измерение».
12. Процесс измерения как эталонных, так и реально контролируемых моторных топлив происходит одинаково и состоит в следующей последовательности электронных операций.
13. После нажатия кнопки «Измерение» МК блока обработки информации через шину I²C начинает подавать цифровой код на блок управления 8.
14. Выходное напряжение ЦАП блока управления 8 подается на управляемый генератор синусоидального напряжения 7, изменяя его частоту от 10 до 975 МГц.
15. Выходной сигнал генератора 7 усиливается до необходимой величины и затем подается на измерительный резонатор 6 (кювету с контролируемой жидкостью).
16. Напряжение с измерительного резонатора 6 (последовательный LC- контур), пропорциональное току через резонатор поступает на смеситель 11.
17. В смесителе 11 происходит частотная модуляция (смешивание) частоты напряжения с измерительного резонатора 6 напряжением частоты опорного высокочастотного генератора 12.
18. После смешивания с опорным сигналом в смесителе, напряжение спектра частот подается на активный полосовой фильтр нижних частот 15, где выделяется разностная частота несущего и опорного ВЧ сигналов.
19. Одновременно происходит процесс измерения величины напряжения на резонансном контуре 6. Для чего это напряжение преобразуется детектором 5 в постоянное напряжение, которое через АЦП 9 подается в блок обработки информации для записи в ОЗУ. Также и измеренное значение разностной частоты с частотомера 16 записываются в ОЗУ для последующего анализа. Запись значений этих двух параметров происходит при каждом значении выходного кода ЦАП блока управления частотой 8. Таким образом, в ОЗУ записываются по точкам вся АЧХ (рис. 2) тока через резонатор в полосе его пропускания, нагруженного контролируемой жидкостью, от максимума АЧХ до уровня 0,4 слева и справа относительно максимума АЧХ частоты.
20. Для определения частоты резонанса автогенератора, т. е. максимумов АЧХ тока (напряжения) на резонансном контуре с эталонной или реальной жидкостью (рис. 2, зависимости 1,2) МК ЦПУ после записи полной АЧХ выполняет анализ полученной АЧХ тока. Определяются максимальное значение экстремума АЧХ тока I_s (эталонная жидкость) и тока I_p (реальная жидкость), а также значения резонансных частот, соответствующих этим экстремумам - f_s (эталонная жидкость) и f_p (реальная жидкость). Т.о. происходит определение резонансных частот f_s и f_p по экстремуму АЧХ, т.е. по значениям действительной части (ϵ') комплексной диэлектрической проницаемости контролируемой эталонной и реальной жидкости. Значения этих частот калибруется затем МК ЦПУ в соответствующие значение ОЧ или ЦЧ. По значениям экстремумов АЧХ тока I_s (эталонная жидкость) и тока I_p (реальная жидкость), т. е. по значениям мнимой части (ϵ'') комплексной диэлектрической проницаемости, определяются активные потери (сопротивление или проводимость) в контролируемой жидкости. Затем вносятся коррективы в определение значения ОЧ (ЦЧ) контролируемой жидкости по величине ее активных потерь.
21. Непрерывно после начала измерения (нажатия кнопки »Измерение») идет процесс измерения температуры, плотности и вязкости соответственно блоками 1; 2; 3 и 4. Выходные постоянные напряжения с блоков температуры 2 и вязкости 3 через АЦП вводятся в ОЗУ блока обработки информации. Измеренное время импульсным методом значение частоты, пропорциональное плотности контролируемой жидкости с блока 4, также вводится в ОЗУ блока обработки информации. Затем эти значения с помощью МК вводятся для корректировки значений ОЧ или ЦЧ.
22. Результаты полученных измеренных и расчетных значений октанового или цетанового числа, температуры, плотности и вязкости выводится на ЖКИ дисплей.

23. По команде пользователя нажатием кнопок «Сброс» и «Калибровка» перезагружаем микроконтроллер, после чего он готов к выполнению следующего цикла измерений.

Рекомендуется для применения на АЗС, нефтебазах, НПЗ, таможенных и т. д. как портативное универсальное устройство для оперативного контроля качества моторного топлива.

Таблица 1. Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Моторное топливо - бензины и дизельные топлива всех марок	
Диапазон октановых чисел, ед. ОЧ	40-120
Диапазон цетановых чисел, ед. ЦЧ	20-100
Погрешность измерения, %	0,4(ОЧ), 0,8(ЦЧ)
Рабочий температур. диапазон	- 30 + + 50 °С
Время непрерывной работы, час	20
Продолжение таблицы 1	
Наработка на отказ, час	5000
Габариты, мм	
Сенсор-кювета	40x40x100
Электронный блок	100x80x40
Время измерения, с	10
Вес, кг	Не более 0,9
Индикация	Цифровая
Срок службы, лет	не менее 5

ЛИТЕРАТУРА

1. Колешко В.М., Сунка В.Я. Реанимация нефтегазовых скважин. - Минск, БИТА, 1996. - 60с.
2. Колешко В.М., Сунка В.Я. Электронный прибор для измерения плотности-вязкости нефтепродуктов // Материалы, технология, инструменты. 1997, вып. 1. С. 96-99.
3. Митусова Т.Н., Полина Е.В., Калинина М.В. Современные дизельные топлива и присадки к ним.— М.: Издательство «Техника», 2002.
4. Шатохин В.Н, и др. Способ и устройство для определения октановых чисел автомобильных бензинов. Патент на изобр. РФ RU 2100803 С1.
5. Жуков Б.В. СВЧ-диэлектрометр для экспресс-анализа октановых чисел автомобильных топлив // Датчики и системы, 2008, вып. 11. – С.15-17.

УДК 621.316

Курский В.В., Сунка В.Я., Полянкова Е.В.

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПЛИС

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь*

ПЛИС возникли в жесткой конкуренции, при существовании в микроэлектронике двух противоречивых тенденций. С одной стороны, необходимо существенно сократить жизненный цикл изделия для удовлетворения быстро возрастающих требований потребителей. С другой стороны, надо постоянно повышать требования к быстродействию, функциональной сложно-