

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ЖИДКОСТНЫХ РАСХОДОМЕРОВ

А. С. Ажеганов, А. В. Манцуров

Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
614990, Пермь, Букирева, 15

Предприятие ООО «Инфор» – научно-производственная компания широкого профиля деятельности. Один из продуктов, выпускаемых на предприятии – расходомеры серии СРТ. Это расходомеры с овальной формой зубчатых колес, за счёт которой обеспечивается высокая точность измерения.

Перед отправкой датчиков на продажу необходимо произвести первичную поверку, т.е. осуществить совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Следовательно, на предприятии должна иметься установка для поверки расходомеров.

Разрабатываемая установка для поверки топливных расходомеров типа СРТ должна иметь следующие характеристики:

1. Рабочая жидкость – дизельное топливо
2. Регулируемый поток жидкости в диапазоне от 0,3 л/час до 500 л/час
3. Плавное регулирование скорости потока
4. Стабилизация заданной скорости потока
5. Возможность замены поверяемого расходомера без слива жидкости из системы.
6. Ввод режима поверки осуществляет оператор с компьютера
7. Автоматическое выполнение функций поверки
8. Автоматическое снятие показаний с эталонного и поверяемого расходомера
9. Автоматическое составление протокола поверки
10. Сохранение протоколов поверки в базе данных

На рис. 1 представлена структурная схема установки поверки.

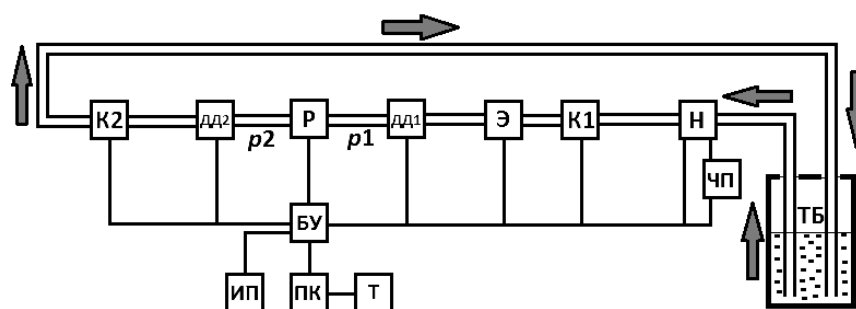


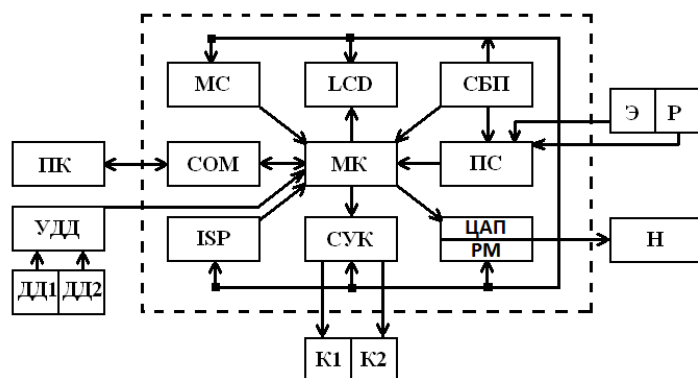
Рис. 1. Структурная схема установки поверки

Схема установки, изображенной, представляет собой конструкцию, состоящую из:

- топливного бака (ТБ);
- топливопровода;
- насоса (Н);
- двух клапанов (К1, К2);
- эталонного расходомера (Э);
- двух датчиков давления (ДД1, ДД2);
- поверяемого расходомера (Р);
- блока управления (БУ);
- персонального компьютера (ПК);
- частотного преобразователя (ЧП);
- источника питания для двигателя насоса (ИП);
- контроль процесса поверки осуществляет техник (Т);

Основным компонентом, обеспечивающим работу установки, является блок управления. Блок управления осуществляет управление установкой. Помимо этого он собирает информацию с поверяемого прибора и эталона. Управление блоком производится через компьютер. Программа для компьютера должна позволять технику посылать команды блоку управления, а также по окончании поверки программа должна составлять протокол – документ, содержащий сведения о годности прибора по результатам поверки.

На рис. 2 изображена структурная схема блока управления.



**Рис. 2.** Структурная схема блока управления

Структурная схема блока управления состоит из:

- Микроконтроллера (МК)
- Метеостанции (МС)
- Дисплей (LCD)
- Стабилизированного блока питания (СБП)
- ЦАП и регулятора мощности (РМ)
- Системы управления клапанами (СУК)
- Разъёма внутрисхемного программирования (ISP)
- Коммуникационного порта (СОМ)

Также на рис. 2 изображены блоки, с которыми блок управления имеет непосредственную связь:

- Персональный компьютер (ПК)
- Усилитель датчиков давления (УДД) и датчики давления (ДД1, ДД2)
- Клапаны (К1, К2)
- Эталонный и поверяемый расходомеры (Э, Р)
- Насос (Н)

Разработанный блок управления представляет собой микропроцессорное устройство, главной задачей которого является подсчёт импульсов, поступающих с эталонного и поверяемого расходомеров. Основным элементом схемы является восьмиразрядный микроконтроллер U1 типа ATmega8. Амплитуда импульсов, поступающих с эталонного и поверяемого расходомеров, равна 12В. Такое напряжение нельзя напрямую подавать на микроконтроллер. Для уменьшения уровня сигнала был использован повторитель напряжения на операционных усилителях (ОУ) LM358N (U3:A, U3:B) в режиме ограничения напряжения по питанию 5В. Обмен данными производится через СОМ-порт по интерфейсу RS-232 [2].

Для управления двигателем насоса был предусмотрен ЦАП. Уровень напряжения, генерируемый ЦАП, от 0 до 5 В. Это напряжение усиливается до 12 В при помощи схемы с операционным усилителем U5. Далее этот сигнал усиливается по току транзисторной сборкой Дарлингтона. На выходе транзисторной сборки генерируется постоянное напряжение от 0 до 10 В при токе не менее 15 А [1].

Система управления клапанами представляет собой электронные ключи на полевых транзисторах Q1 и Q2 типа IRF640. Высокий и низкий потенциалы, подаваемые с МК на затвор транзисторов, переводят их в открытое или закрытое состояние. Эти ключи коммутируют клапаны, которые находятся также либо в открытом, либо в закрытом состоянии.

Следуя ГОСТу № 8.451-81 при проведении поверки необходимо указывать давление, температуру и влажность воздуха. Поэтому в блок управления была встроена метеостанция способная измерять давление и температуру. Для измерения влажности пока что используется настенный психрометр. Метеостанция построена на микросхеме U9 BMP085.

При запросе данных с метеостанции микроконтроллер считывает калибровочные коэффициенты из памяти метеостанции, а также считывает значения температуры и атмосферного давления, которые ещё нужно пересчитать в истинные значения температуры и давления, используя калибровочные коэффициенты.

При поверке расходомеров необходимо измерять давление в топливопроводе. Для этого использовались датчики давления фирмы Honeywell Mediamate-100. Для вывода различной технической информации был использован LCD экран типа LM016L (LCD1) [3].

Принципиальная схема блока управления изображена на рис. 3. Управление блоком управления производится с компьютера. Пользователь задаёт режимы работы блока управления с помощью программы, рабочее окно которой изображено на рис. 4.

Разработанная автоматизированная установка протестирована при поверке расходомеров, в результате чего были получены протоколы поверки.

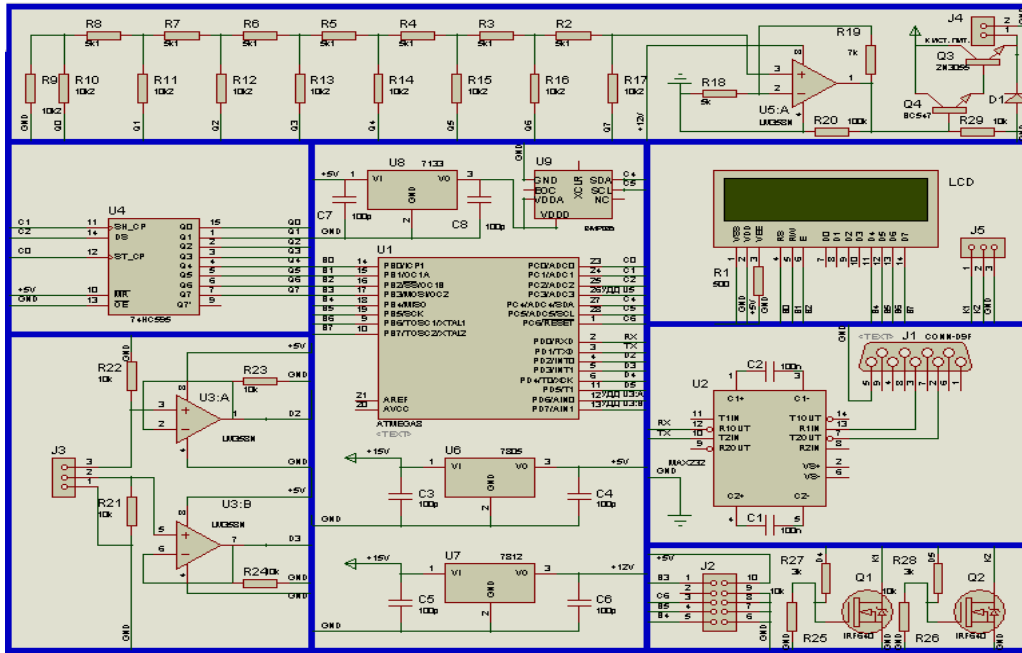


Рис. 3. Принципиальная схема блока управления

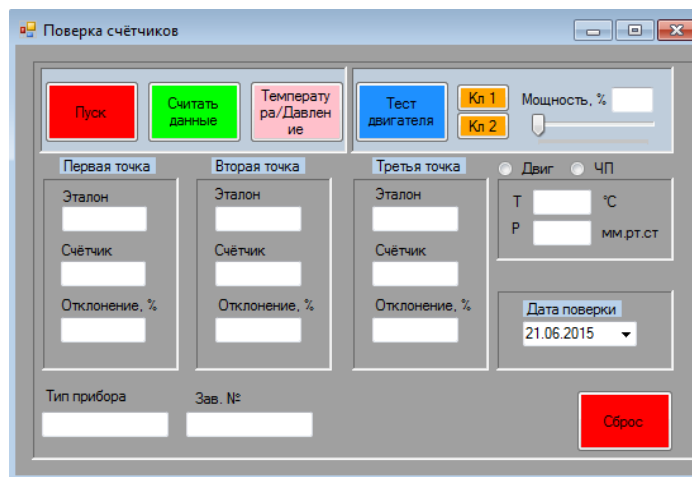


Рис. 4. Рабочее окно программы

### Список литературы

1. Лебедев О. Н., Марцинкявичус А-Й. К., Багданскис Э.-А. К. и др. Микросхемы памяти. М.: КУБК-а, 1996.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/MAX232>
3. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/lcd/chips/hd44780/start.htm>