

ЛИТЕРАТУРА

1. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. / Под ред. А.Н. Резников. — М.: Машиностроение, 1977. — 384 с. 2. Л.М. Кожуро, Ж.А. Мрочек, М.Л. Хейфец, и др. Обработка износостойких покрытий. — Мн.: Дизайн ПРО, 1997. — 208 с. 3. Скучас И.Ю., Аугустайтис В.В., Жвирблис А.В. Развитие методов автоматизированного проектирования функциональных частей ГПС. — Вильнюс: Моклас, 1989. — 304 с.

УДК 681.122

Л.А. Чернобай, А.Н. Карташевич, В.В. Лисовский

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ГАЗОВЫХ СРЕД ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Белорусский государственный аграрный технический университет
Минск, Беларусь*

В связи с широким внедрением упрочняющих технологий в машиностроении [1] весьма актуальным становится вопрос о создании современных систем измерения и регулирования расхода газовых сред, имеющих связь с ПЭВМ и устройство вывода на регистратор. Это связано с тем, что в настоящее время в качестве измерителя расхода используются поплавковые ротаметры, разработанные в середине прошлого столетия. Данные ротаметры имеют малую точность и большую флуктуацию измерительного поплавка, что не позволяет установить требуемый расход (погрешность установки может достигать 30%). Следует отметить, что выполнение таких упрочняющих технологий, как объемная закалка, предполагает нагревание в печах со специальной газовой смесью, нагревание происходит в течение длительного времени при различных температурах с определенным составом газовой смеси. Нарушение технологического процесса приводит к резкому снижению качества деталей.

В работе приводятся результаты разработки ультразвукового измерителя расхода, обладающего следующими преимуществами по сравнению с используемыми в настоящее время ротаметрами:

1. Диапазон измеряемых расходов $(0,06-10)\text{м}^3/\text{час}$.
2. Точность измерения расхода $+1,5\%$.

3. Измеренный расход передается в управляющую ПЭВМ в стандарте RS-232.

4. Имеется токовый выход (4–20)mA для записи аналогового сигнала на регистрирующее устройство (самописец).

5. Имеется цифровой НЧ фильтр с устанавливаемым временем усреднения, для повышения точности измерения расхода при наличии флуктуирующего потока.

6. Измеритель расхода регистрирует суммарный расход с выдачей измеренного объема по СОМ порту компьютера.

7. Измеритель расхода может комплектоваться клапаном, регулирующим расход, сигналы управления клапаном поступают по тому же СОМ порту ПЭВМ, где передается информация об измеренном расходе и суммарном объеме.

8. Измеритель расхода имеет ЖКИ индикатор, на котором отображается усредненный измеренный расход в физических величинах: ($\text{м}^3/\text{час}$, $\text{см}^3/\text{сек}$, $\text{дм}^3/\text{сек}$ и т.д.)

Измеритель расхода конструктивно выполнен в виде двух блоков — преобразователя расхода и электронного.

Блок первичного преобразователя расхода функционально представляет собой мерный участок, содержащий корпус с размещенным на нем входным и выходным штуцером, а так же измерительный трубопровод, установленный в корпусе на центрирующих втулках. На концах трубопровода установлены фокусирующие системы. В корпусе также установлены два акустических датчика с элементами акустической развязки. Корпус мерного участка закрыт по торцам выходными заглушками, сквозь которые пропущены провода, соединяющие первый и второй акустические датчики с электронным блоком (рис. 1).

Измеритель расхода работает в соответствии со следующим алгоритмом. Ко входному штуцеру подключен трубопровод, где рабочая среда поступает в мерный участок, после прохождения которого поступает в выходную рабочую полость и через выходной штуцер поступает на выход. Первый и второй акустические датчики работают в режиме приема и излучения попеременно. В первом периоде работы под управлением сигналов, поступающих с выхода блока синхронизации, по первому входу электронного блока подключается формирователь зондирующих сигналов к первому акустическому датчику (излучателю). При этом второй акустический датчик (приемник) подключен через аналоговый коммутатор 1 ко входу усилителя 2. Первый акустический датчик 9 излучает акустический импульс, который распространяется по измерительному трубопроводу и принимается вторым акустическим датчиком

10, где преобразуется в электронный сигнал и поступает через аналоговый усилитель 2 на вход формирователя цифрового сигнала 7. Одновременно с формированием зондирующего сигнала устанавливается в рабочий режим счетчик 6, на тактовый вход которого поступают высокочастотные импульсы с выхода генератора опорной частоты 6. При пересечении нулевого уровня первой полуволны принимаемого сигнала на входе формирователя цифрового сигнала 7 формируется фронт, по которому выходной код счетчика 6 заносится во входной регистр схемы вычисления обратной величины 8. Данный код определяется временем распространения акустического сигнала по потоку, равным

$$T1 = L/C + V, \quad (1)$$

где L — расстояние между датчиками; C — скорость звука в рабочей среде; V — скорость движения рабочей среды.

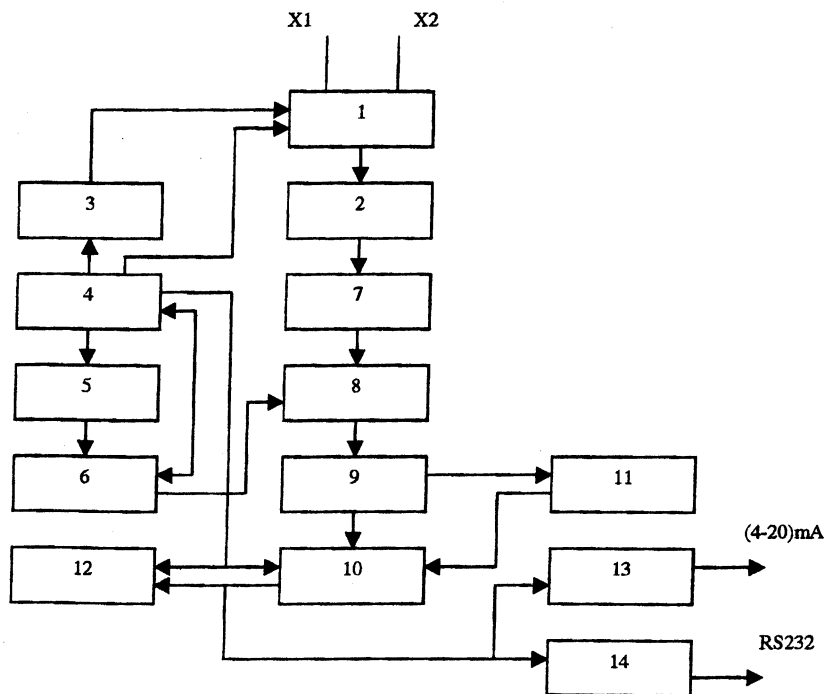


Рис. 1. Функциональная схема электронного блока измерителя расхода

С выхода схемы вычисления обратной величины код временного интервала заносится в схему вычитания кодов 9.

В следующем временном интервале первый акустический датчик работает в режиме приема, а второй — в режиме измерения. Акустический импульс распространяется по измерительному трубопроводу от второго датчика к первому. Время распространения против потока при этом определяется в соответствии с выражением

$$T_2 = L/C-V. \quad (2)$$

Определение T_2 производится аналогично как и T_1 .

Скорость движения рабочей среды определяется в схеме вычитания по измеренным значениям T_1 , T_2 в соответствии с выражением:

$$V = L/2(1/T_2 - 1/T_1). \quad (3)$$

Мгновенный расход в устройстве с помощью множителя кодов 10 определяется согласно выражению

$$Q_i = K_j \cdot V \cdot S, \quad (4)$$

где S — площадь сечения измерительного трубопровода; K_j — коэффициенты преобразования, определяются во время калибровки и заносится затем в память коэффициентов 11.

Суммарный расход определяется как сумма мгновенных расходов в суммирующе-регистрирующем блоке 12.

Коэффициент K_j зависит от установленного расхода и выбирается из памяти коэффициентов по адресу, код которого формируется тремя старшими разрядами с выхода схемы вычитания 9.

Блок 13 предназначен для преобразования кода мгновенного расхода Q , поступающего с выхода множителя кодов 10 в аналоговый токовый сигнал (4–20) мА.

Блок 14 преобразует цифровые коды мгновенного Q_i расхода и измеряемого объема V в стандартный формат сигнала RS-232 для передачи в COM порт ПЭВМ. Электронный блок реализован с использованием малопотребляющего микропроцессора MSP 430 F 1121.

Регулирующий клапан устанавливается на входной штуцер измерителя расхода.

Клапан состоит из корпуса, микродвигателя постоянного тока, неподвижной и подвижной шторки, блока управления.

Работа клапана происходит следующим образом. Для установления требуемого расхода на электронный блок клапана с COM порта поступают сиг-

налы DTR и RTS. Первый сигнал определяет продолжительность работы электродвигателя, а второй — направление вращения вала электродвигателя. При появлении высокого уровня сигнала DTR в зависимости от уровня сигнала с шины RTS один из проводов обмотки электродвигателя подключается к питающему напряжению, а второй провод обмотки — к общей шине. При этом вал двигателя начинает вращаться, причем направление вращения определяется порядком подключения проводов обмотки. В связи с тем, что вращение выполняется достаточно длительное время (порядка 2 сек.) программа обработки, занесенная в память ПЭВМ, контролирует измеренный мгновенный расход, поступающий по шине TXd в СОМ порт компьютера. При достижении требуемого расхода снимается высокий уровень с шины DTR и микродвигатель останавливается. При работе двигателя подвижная шторка, жестко закрепленная на валу микродвигателя, вращается относительно неподвижной шторки, изменяя тем самым пропускное отверстие клапана. Для уменьшения расхода по шине RTS устанавливается низкий уровень сигнала, при этом порядок подключения проводов обмотки меняется и при поступлении высокого уровня сигнала DTR выполняется вращение подвижной шторки в другую сторону. Соприкасающиеся поверхности шторок для уменьшения трения покрывают тефлоном. Использование данного измерителя расхода в составе комплекса получения эндотермического газа совместно с масс-спектрометром «Литотерм» показало его высокую эффективность. В связи с тем, что устанавливаемые расходы газовых сред во время всего технологического цикла хранятся в памяти компьютера, удалось достичь высокой повторяемости процесса.

Данный измеритель использовался так же для измерения и управления расходом инертного газа при проведении сварочных работ. Данное устройство можно рекомендовать для широкого применения в тех технологических процессах машиностроения, где требуется измерять и регулировать расход газовых смесей с возможностью автоматического контроля и регулирования на базе микропроцессора или компьютера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баркун А.А., Дьяченко В.И., Ивашко В.С. Исследование технологических методов повышения долговечности деталей энергонасыщенных тракторов «Беларус» // Машиностроение. — Мн., 2003. — Вып. 19. — С. 3–6. 2. Карташевич А.Н. и др. Устройство измерения расхода. Патент РБ №1039 от 02.04.2003 г. 3. Чернобай Л.А., Лисовский В.В., Козик В.В. Масс-спектрометрический аналитический комплекс «Литотерм 1000» для контроля и регулирования эндогенерато-

УДК 621.865.8

В.А. Ярмолович, А.П. Драпезо

УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ НА ЭФФЕКТЕ ХОЛЛА

*Белорусский государственный университет
Институт физики твердого тела и полупроводников НАНБ
Минск, Беларусь*

В настоящее время с использованием эффекта Холла изготавливается большое число технических устройств, характерной особенностью которых является отсутствие механического контакта между контролируемым объектом и органом преобразования. Последнее способствует значительному повышению надежности и, одновременно, обеспечивает возможность функционирования устройств в жестких условиях эксплуатации.

Физический принцип построения устройств измерения и контроля на эффекте Холла — бесконтактное преобразование индукции магнитного поля в унифицированный выходной сигнал, его дальнейшее преобразование и обработка. Технологические решения включают следующее: групповое изготовление миниатюрных элементов Холла стандартными методами микроэлектроники, взаимозаменяемые группы источников магнитных полей (миниатюрные магнитные системы с использованием постоянных магнитов SmCo_5 и др.), малогабаритные корпуса, унифицированные платы обработки сигнала.

Магниточувствительные элементы Холла изготавливались из разработанных нами гетерозпитаксиальных структур антимолибдита индия на полупроводящем арсениде галлия с высокой подвижностью носителей заряда n — типа и имели следующие основные технические параметры:

- температурный коэффициент эдс Холла — не более 0,02 % / К;
- температурный коэффициент электросопротивления — не более 0,03 % / К;
- коэффициент нелинейности по магнитной индукции — не более 0,3 %;
- входное (выходное) сопротивление датчиков Холла — не более 8 Ом;
- магнитная чувствительность — не менее 300 мВ/мТл;
- напряжение неэквипотенциальности — не более 50 мкВ ток питания датчиков Холла составлял 30 мА;