

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УЧЕТА РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Кривобок В.И., магистрант

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР»)

Измерение расхода и количества веществ является одним из способов достижения энергетической эффективности в различных отраслях промышленности. Среди большого количества методов измерения расхода и количества энергоресурсов особое место занимают системы измерения расхода на базе переменного перепада давления. Доля их составляет 55% от общего числа расходомеров [1]. Это объясняется тем, что расходомеры с сужающими устройствами не требуют образцовых расходомеров для своей градуировки и поверки, поэтому для большинства их разновидностей были экспериментально установлены и нормированы их коэффициенты расходов и расширения.

Целью работы является обоснование структуры электронной системы контроля учета расхода природного газа, основанной на методе переменного перепада давления.

Разрабатываемая электронная система предназначена для измерения и регистрации параметров потока измеряемой среды (природного газа) методом переменного перепада давления на стандартных сужающих устройствах.

Система предназначена для эксплуатации на промышленных и коммунальных объектах как автономное средство измерения, а также в составе автоматизированных систем учета и контроля расхода или передачи информации в другие системы. Разрабатываемая электронная система предназначена для эксплуатации во взрывоопасных зонах.

В основу работы системы положен принцип измерения избыточного (абсолютного) давления, перепада давления и температуры контролируемой среды путем преобразования:

- избыточного (абсолютного) давления и перепада давления с помощью интегральных мостовых тензопреобразователей в цифровое значение давления и перепада давления;
- температуры контролируемой среды с помощью термопреобразователя сопротивления в цифровое значение температуры.

По измеренным значениям давления, перепада давления и температуры методом переменного перепада давления на сужающем устройстве производится вычисление расхода и количества потребленного газов.

Предлагаемая структурная схема электронной системы контроля расхода природного газа на базе микропроцессора приведена на рисунке 1. Обобщенную структуру электронной системы можно представить следующим образом. В выносном блоке монтируются измерительные каналы давления (ИКИД – измерительный канал избыточного давления и ИКРД – измерительный канал разностного давления) и температуры (ИКТ), а в стационарном – микропроцессорный блок, позволяющий в реальном масштабе времени рассчитывать вторичные параметры. Таймер определяет темп снятия данных от измерительных каналов и синхронизирует работу электронной системы.

С выхода измерительных каналов сигналы поступают на входы аналого-цифрового преобразователя (АЦП) со встроенным аналоговым коммутатором (АК), который преобразует аналоговые сигналы в цифровые. С выхода АЦП сигнал подается на входы микропроцессора, где происходит обработка и индикация поступившей информации. Микропроцессор является основной частью электронной системы и выполняет следующие функции:

- управление режимами измерений;
- экспресс-обработка информации с расчетом в реальном времени расхода природного

газа;

- отображение информации на индикаторах;
- регистрация информации с программно-управляемой частотой опроса измерительных каналов.

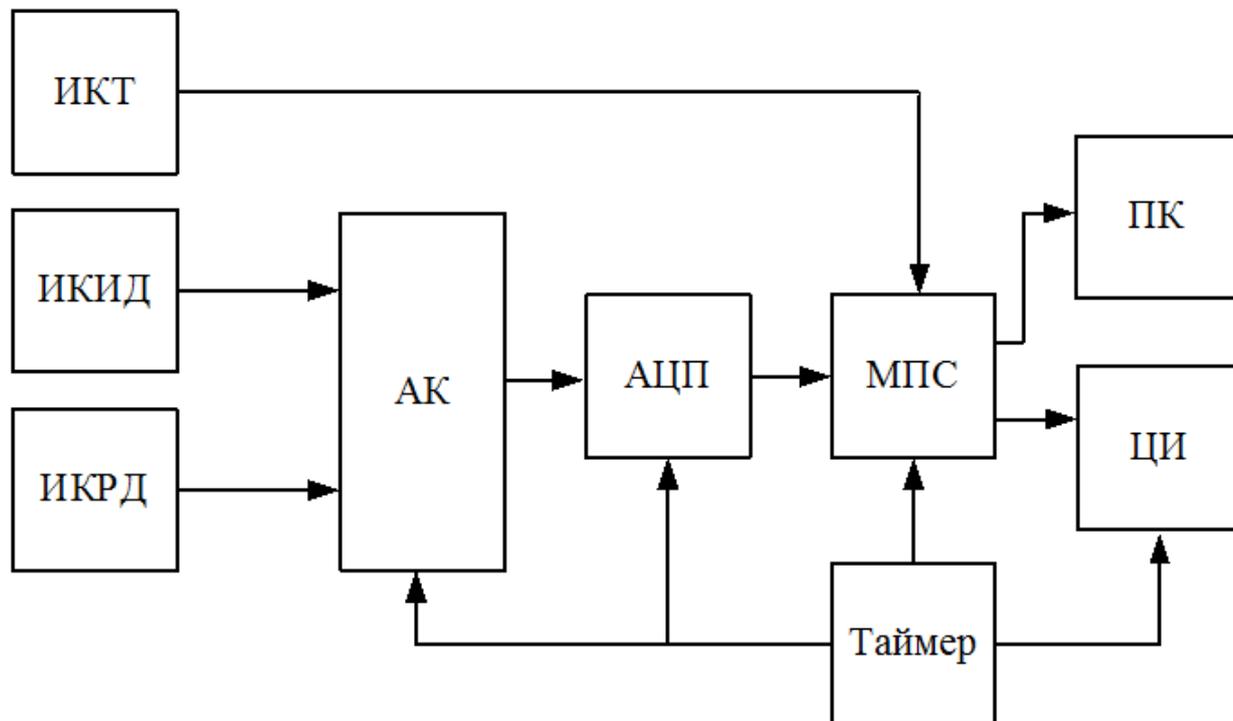


Рисунок 1 – Структурная схема электронной системы контроля расхода природного газа

На рисунке 1 обозначено: ИКТ – измерительный канал температуры; ИКИД – измерительный канал избыточного давления; ИКРД – измерительный канал разностного давления; АК – аналоговый коммутатор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МПС – микропроцессорная система; ЦИ – цифровая индикация; ПК – персональный компьютер.

Датчики давления допускают двукратную перегрузку по предельному давлению, а за счет выбора датчика на больший предел (без потери точности) значение допустимого давления можно довести до десятикратного и тем самым предохранить датчик от разрушения при аварийных ситуациях. Структурная схема измерительного канала избыточного давления приведена на рисунке 2.

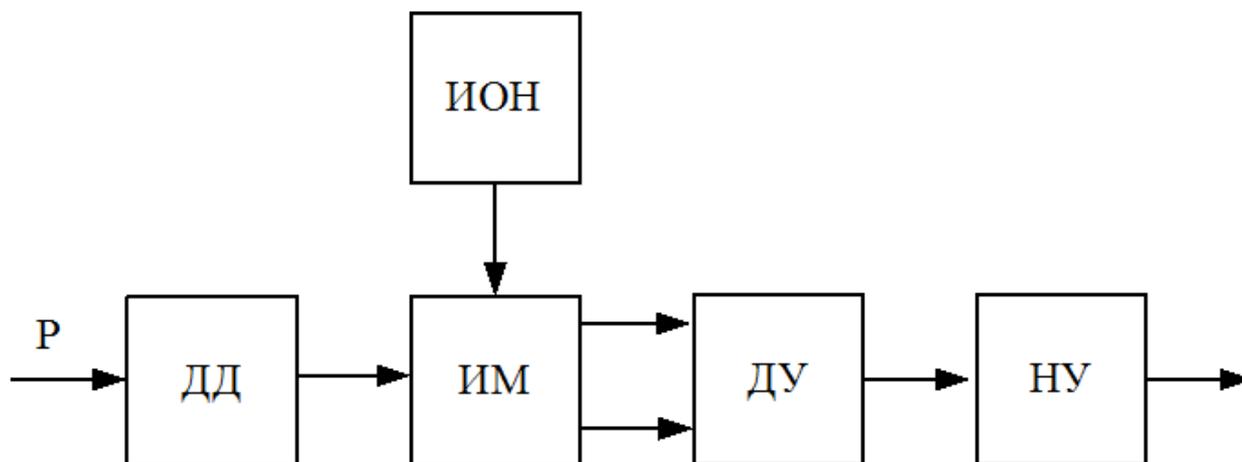


Рисунок 2 – Структурная схема канала измерения избыточного давления

На рисунке 2 обозначено; ДД – датчик давления; ИМ – измерительный резистивный мост; ИОН – источник опорного напряжения; ДУ – дифференциальный усилитель; НУ – нормирующий усилитель.

Под действием давления измеряемой среды мембрана прогибается, тензорезисторы (ДД) деформируются. Его сопротивление изменяется, что приводит к разбалансу резистивного измерительного моста (ИМ). Разбаланс имеет линейную зависимость от степени деформации резисторов и, следовательно, от прикладываемого к мембране давления. Разбаланс моста преобразуется электронной схемой измерителя в выходной аналоговый сигнал. Чувствительным элементом тензопреобразователя является пластина из сапфира монокристалла с кремниевыми пленочными тензорезисторами.

Форма предоставления информации – стандартный HART-протокол, обмен данными по интерфейсам RS-232, RS-485. Передача данных с использованием различных типов модемов по выделенной или телефонной линии, систем сотовой связи, радиоканалу и каналам систем телемеханики.

Регистрация часовых параметров потока за 50 суток и суточных – за 600 – в энергонезависимую память прибора.

Регистрация вмешательств оператора на 1200 сообщений.

Автономный режим работы обеспечивает низкое энергопотребление электронной системы в течение 3 лет от встроенной литиевой батареи.

Передача всех измеренных и заархивированных данных осуществляется по двухпроводной линии связи длиной до 1000 м в систему сбора данных.

Обеспечение работоспособности в диапазоне рабочих температур от – 40 до + 60°C позволяет эксплуатировать электронную систему в районах Крайнего Севера.

Электронная система позволяет измерять расход и количество при движении потока в прямом и обратном направлении при использовании с симметричными диафрагмами. Расход газа, млн. м³/сут, через трубопровод длиной L , км, определяется следующей формулой (при давлении 0,1013 МПа и 20°C):

$$Q = 105,1 \cdot 10,2 \cdot 10^{-6} \cdot D^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{P_H^2 - P_K^2}{\lambda \cdot \Delta_B \cdot T_{CP} \cdot Z_{CP} \cdot L}},$$

где D – внутренний диаметр газопровода, мм; P_H и P_K – давление газа соответственно в начале и конце участка газопровода, МПа; $\lambda = 0,009$ – коэффициент гидравлического сопротивления; Δ_B – относительная плотность газа по воздуху; T_{CP} – средняя температура по длине газопровода, К; Z_{CP} – средний по длине газопровода коэффициент сжимаемости газа; L – длина участка газопровода, км.

Расчеты показывают, что для прокачки $Q = 90$ млн. м³/сутки, на участке трубопровода Ø1400 мм, $L = 100$ км необходимо затратить мощность 50 МВт. При увеличении производительности на 30 % от проектной, мощность необходимо увеличивать в два с лишним раза при сохранении конечного давления.

Выводы: предложенная структурная схема электронной системы контроля учета расхода природного газа отвечает современным требованиям и обеспечивает непрерывный автоматический учет количества потребленного газа и выполнение сопутствующих сервисных функций.

Перечень ссылок

1. Кремлевский, П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ : Справочник / П. П. Кремлевский. - 5-е изд. перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Политехника, 2002. - 409с.