

*М.Н. Баршутина, М.М. Мордасов*

## ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ПЛОТНОМЕР С ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧЕЙ ГАЗА В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Дифференциальные пневмометрические методы измерения плотности жидких веществ находят широкое применение в промышленности, к их основным достоинствам следует отнести широкий диапазон измерения, простоту реализации и высокую точность измерения, обусловленную исключением влияния непостоянства расхода газа, колебаний уровня жидкости и величины давления над ее поверхностью на результат измерения [1, 2].

Недостатком данных методов является сложность контроля сред с повышенной вязкостью, так как продувка жидкости газом искажает показания плотномера из-за насыщения жидкости газом и приводит к загрязнению контролируемого вещества пузырьками газа.

Этот недостаток может быть устранен за счет периодической подачи газа в измерительные трубки плотномера импульсного действия, принципиальная пневматическая схема которого приведена на рис. 1.

Основными элементами плотномера являются блок питания, состоящий из генератора импульсов, импульсатора, золотникового элемента 9 с переменной емкостью 14, и измерительные трубки 1 и 2, выходы которых соединены с сумматором 26, усилителем 25 и вторичным прибором 24.

Принципиальным отличием предложенной схемы от ранее существующих является наличие золотникового элемента, который позволяет в плотномере реализовывать колокольный метод при отсутствии подачи газа на входы трубок и барботажный метод – при подаче газа, что значительно снижает расход газа через измерительный элемент и, соответственно, загрязненность контролируемой среды пузырьками газа.

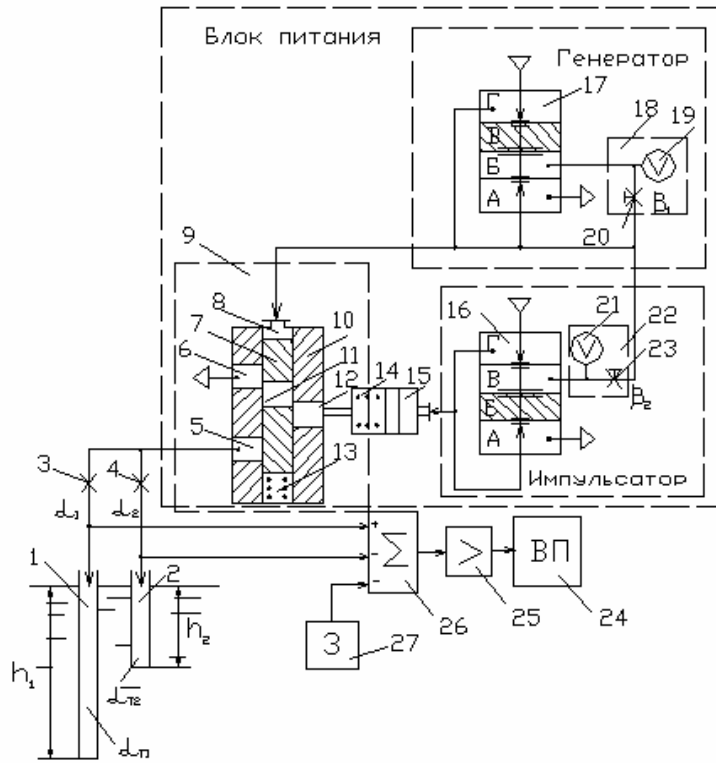


Рис. 1 Принципиальная пневматическая схема дифференциального пневмометрического плотномера

Золотниковый элемент состоит из корпуса 10, плунжера 7, имеющего канал 11, и пружины 13. Вход элемента 6 соединен с атмосферой, вход 12 – с переменной емкостью 14, состоящей из корпуса с поршнем и возвратной пружины, а вход 5 через дроссели 3 и 4 подключен к барботажным трубкам 1 и 2, соответственно. Плунжер золотниковой пары может занимать два положения, соединяя при этом линии 5 и 6 с переменной емкостью 14. Исключение короткого замыкания (сквозного протока газа через входы 5 и 6) не допускает утечку воздуха из измерительных камер в период отсутствия импульсов и тем самым обеспечивает постоянство показаний регистрирующего прибора.

В барботажном режиме последовательность импульсов, поступающая в трубки измерительного элемента, формируется генератором прямоугольных импульсов. Генератор выполнен на пневматическом реле 17 (ПНР.1), включенном по схеме отрицания и введенном в режим автоколебаний с помощью обратной связи, в цепь которой помещено апериодическое звено 18. Длительность тактов определяется величиной инерционности, управляемой при постоянном объеме пневматической емкости 19 (ПОЕ.50) проводимостью  $\beta_1$  переменного дросселя 20 (ПД.1).

Выход генератора подключен к штуцеру 8 золотникового элемента и входу импульсатора, состоящего из апериодического звена 22 (дроссель 23 (РД.1), пневматической емкости 21 (ПОЕ.50)) и пневматического реле 16 (ПНР.1). На выходе импульсатора, соединенном с переменной емкостью 14, формируется выходной сигнал  $P_{ин}$ , причем длительность тактов  $T_{ин}$  определяется настройками переменного дросселя 23 при постоянном объеме емкости 21.

В начальный момент времени давление  $P_i = 1$  с выхода генератора поступает на вход золотникового элемента 8, смещая плунжер вниз и соединяя тем самым выходы измерительных трубок 1 и 2 с выходом переменной емкости 14. Одновременно происходит заполнение пневматической емкости 19 через дроссель 18 и пневматической емкости 21 через дроссель 23.

Переключение релейного элемента 16 происходит, когда давление в камере В достигает давления подпора. Сигнал  $P_{ин}$  с выхода импульсатора поступает на вход переменной камеры 14, которая в свою очередь через канал 11 золотникового элемента соединяется с измерительными трубками 1 и 2. В течение времени, пока  $P_{ин} = 1$ , происходит разгрузка емкости 14.

В момент времени, когда давление в камере В релейного элемента 17 достигает давления подпора в камере В, происходит переключение релейного элемента и на выходе генератора формируется давление  $P_i = 0$ , в результате действия которого начинается разгрузка пневматических емкостей 19 и 21, а плунжер золотникового элемента возвращается в исходное положение, соединяя переменную емкость 14 с атмосферой. После того, как давление в камере В релейного элемента 16 станет ниже давления подпора и произойдет его переключение, вход управления 15 переменной емкости соединяется с атмосферой и возвратная пружина устанавливает поршень в исходное положение.

При поступлении с выхода генератора очередного импульса  $P_i = 1$  работа устройства происходит по алгоритму, рассмотренному выше.

При реализации как барботажного, так и колокольного метода давление в измерительных камерах 1 и 2 будет равно:

$$P_1 = \rho_{\text{ж}} g h_1 + P_a ; \quad (1)$$

$$P_2 = \rho_{\text{ж}} g h_2 + P_a , \quad (2)$$

где  $\rho_{\text{ж}}$  – плотность контролируемой жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $P_a$  – давление над поверхностью жидкости;  $h_1$  – длина барботажной трубки 1;  $h_2$  – длина барботажной трубки 2.

Разность гидростатических давлений является выходной величиной, по которой судят о плотности контролируемой жидкости:

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{\Delta P}{g \Delta h} , \quad (3)$$

где  $\Delta P$  – разность гидростатических давлений  $P_1$  и  $P_2$ ;  $\Delta h$  – разность длин измерительных трубок.

Сигнал  $\Delta P$  поступает на вход сумматора 26, выход которого через усилитель 25 соединен с вторичным прибором 24.

Экспериментальная проверка устройства показала, что при диаметре трубок  $d = 10$  мм и частоте поступления импульсов  $f = 0,01$  Гц расход газа составил  $6,28 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/ч, а при непрерывной подаче газа –  $376,8 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/ч. Достигнутое сокращение расхода воздуха в измерительном устройстве позволяет уменьшить загрязнение контролируемой жидкости пузырьками воздуха, что значительно повышает точность измерения.

#### Список литературы

- 1 Глыбин, И.П. Автоматические плотномеры и концентратомеры в пищевой промышленности / И.П. Глыбин. М. : Пищевая промышленность, 1975. 270 с.
- 2 Кивилис, С.С. Плотномеры / С.С. Кивилис. М. : Энергия, 1980. 279 с.