


СНИЖЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТАХОМЕТРИЧЕСКИХ СЧЕТЧИКОВ КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТИ НА МАЛЫХ РАСХОДАХ

И. А. Бычковский, ведущий конструктор ООО «Дивтех»

Г. С. Сурнов, директор ООО «Дивтех»

С. И. Сурнов, канд. техн. наук, руководитель проекта ООО «Дивтех»



Предлагаем ознакомиться с методом уменьшения погрешности тахометрических средств измерения количества жидкости. Особую актуальность метод имеет для квартирных тахометрических приборов учета тепловой энергии, работающих в условиях малых расходов теплоносителя. Используя данный подход возможно снизить погрешность приборов в диапазоне «порог чувствительности – переходный расход» до значения погрешности в диапазоне «переходный расход – максимальный расход».

Из теории вопроса

ООО «Дивтех» ведет разработку проекта «Сбор данных о потреблении коммунальных ресурсов в режиме реального времени». Для организации автоматического сбора данных о потреблении воды и тепловой энергии в качестве основы для окончательных (квартирных) элементов системы сбора данных используются отработанные, простые в эксплуатации, надежные и дешевые тахометрические устройства с тангенциальной турбинкой [1]. При этом возникла проблема недостаточной точности измерений объема протекшей через такие устройства жидкости на малых расходах.

Способ измерения с помощью тахометрических устройств основан на механическом принципе, при ко-

тором протекающая жидкость воздействует на скорость вращения подвижного элемента типа турбины или крыльчатки. Скорость движения подвижного элемента пропорциональна объемному расходу жидкости. Изменяя количество оборотов подвижного элемента, получают объем прошедшей через средство измерения жидкости.

При этом средства измерения оснащены тахометрическим преобразователем, вырабатывающим измерительный сигнал (электрический импульс), частота которого пропорциональна скорости движения подвижного элемента. Таким образом, подсчитывая количество электрических импульсов, можно рассчитать количество прошедшей через средство измерения жидкости.

Датчик жидкости



Датчик тепловой энергии



На основании разработанного метода снижения погрешности ООО «Дивтех» были изготовлены опытные образцы датчиков жидкости и тепловой энергии. Результаты проведенных испытаний показали, что, уже начиная с расхода в 10 л/ч, погрешность определения объема прошедшей через датчик жидкости составляет менее 2%.

Особенностью таких средств измерений является то, что при малых расходах жидкости цена одного импульса тахометрического преобразователя (см. справку) больше, чем в некотором установленном режиме, когда цена одного импульса уже не зависит от расхода жидкости.

Так, в соответствии с нормативными документами [2, 3] в верхнем диапазоне расходов (от переходного Q_t до номинального Q_n и далее до максимального Q_{max} расхода) допустимая погрешность измерения составляет $\pm 2\%$ для счетчиков холодной воды и $\pm 3\%$ для счетчиков горячей воды. В нижнем диапазоне расходов (от минимального Q_{min} до переходного Q_t) допустимая погрешность измерения составляет $\pm 5\%$. В диапазоне расходов от порога чувствительности до минимального Q_{min} допустимая погрешность

не нормируется и может достигать 20% и более.

Использование данного способа подразумевает, что при расчете протекшего через тахометрическое средство измерения объема жидкости будет учитываться только цена импульса, соответствующая интервалу от переходного расхода до максимального. Это приводит к значительной погреш-

ности измерений при малых расходах жидкости.

Практическая сторона

На практике это проявилось в Сургуте [4] при массовой установке на отопительные приборы в квартирах тахометрических теплосчетчиков совместно с термостатами. Расход теплоносителя через отопительные приборы оказался настолько мал, что его среднее значение не достигало даже Q_{min} , что сделало невозможным расчет потребления тепловой энергии.

В работе [5] показано, что даже при горизонтальной системе отопления в среднестатистической квартире среднее значение расхода теплоносителя не достигает переходного расхода Q_t для тахометрического теплосчетчика метрологического класса В.

Метод снижения погрешности

Разработанный авторами метод снижения погрешности обеспечивается введением в тахометрический преобразователь новых функций, а именно:

- выдача и регистрация тахометрическим преобразователем импульсов, соответствующих одному обороту (доли оборота) крыльчатки или турбины счетчика жидкости;

СПРАВКА

Под ценой понимается протекшее количество жидкости, соответствующее одному импульсу тахометрического преобразователя. Изменение цены в зависимости от расхода жидкости носит нелинейный характер. Цена нелинейно уменьшается от некоторого значения при расходе, соответствующем порогу чувствительности (когда подвижный элемент начинает устойчиво вращаться) до переходного расхода (когда цена одного оборота становится постоянной и уже не зависит от увеличения расхода жидкости).

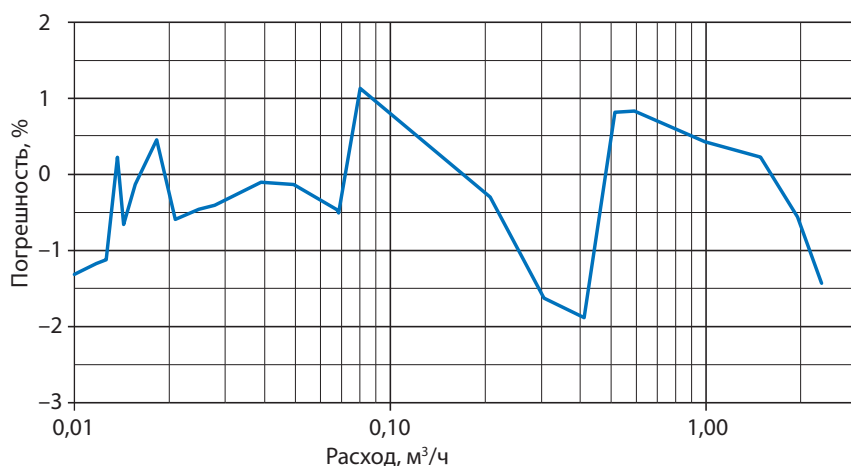


Рис. Погрешность определения объема прошедшей через датчик жидкости

■ встраивание в тахометрический преобразователь тактового генератора, ведущего подсчет количества своих импульсов между импульсами тахометрического преобразователя. Частота тактового генератора должна быть не меньше частоты импульсов тахометрического преобразователя при максимальном расходе жидкости, на котором требуется корректировка;

■ построение таблицы корректировочных коэффициентов, используемых для подсчета количества импульсов тахометрического преобразователя, в том числе при малых расходах жидкости.

Реализация метода

Первые два требования на современной электронной базе реализуются довольно просто. При этом могут регистрироваться импульсы тахометрического преобразователя частотой до нескольких тысяч герц, что на практике является более чем достаточным.

Построение таблицы корректировочных коэффициентов производится при калибровке счетчика. Калибровка заключается в проведении ряда измерений при разных расходах жидкости. Для каждого из

мерения определяется количество жидкости (весовым методом или с помощью эталонного счетчика), прошедшей через счетчик, количество импульсов тахометрического преобразователя и количество импульсов тактового генератора за время измерения. Затем для каждого измерения вычисляется среднее количество импульсов тактового генератора между импульсами тахометрического преобразователя и средний прошедший объем жидкости, соответствующий одному импульсу тахометрического преобразователя.

Зависимость прошедшего объема жидкости от количества импульсов тактового генератора между импульсами тахометрического преобразователя записывается в таблицу корректировочных коэффициентов.

При работе счетчика подсчитывается количество импульсов тактового генератора между последовательными импульсами тахометрического преобразователя.

При возникновении импульса тахометрического преобразователя значение счетчика импульсов тахометрического преобразователя увеличивается на корректировочный коэффициент, выбранный из таблицы корректировочных коэффициентов и соответствующий количеству

импульсов тактового генератора, полученных с момента предыдущего импульса тахометрического преобразователя.

По результатам разработки метода снижения погрешности тахометрических счетчиков авторами подана заявка РФ на **изобретение «Измеритель количества текучей среды и способ определения количества текучей среды»** (Заявка № 2014126001 от 27.06.2014).

На основании разработанного метода снижения погрешности ООО «Дивтех» были изготовлены опытные образцы датчика жидкости (ДУ15) и датчика тепловой энергии (см. фото) и проведены их испытания. Результаты испытаний датчика жидкости (приведены на рисунке) показали, что, уже начиная с расхода в 10 л/ч, погрешность определения объема прошедшей через датчик жидкости составляет менее 2%.

Литература:

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. –Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. –701 с.
2. Измерение расхода воды в закрытых каналах. Счетчики холодной питьевой воды. Технические требования // ГОСТ Р 50193.1–92 (ИСО 4064/1–77).
3. Счетчики питьевой воды крыльчатые. Общие технические условия // ГОСТ Р 50601–93.
4. Репин С. Г., Репин Д. С., Заикин В. П. Проблемы поквартирного учета тепла // Интернет-сайт «Портал-Энерго.ru». Режим доступа: <http://new.portal-energo.ru/articles/details/id/316>. Дата обращения: 20.05.2014.
5. Карпов В. Н. Проблемы внедрения поквартирного учета расхода тепла в системах отопления // АВОК. 2012. № 4. ■