

Теплосчетчик «в разрезе».

О расходомерах



Дмитрий Анисимов,
главный специалист
ООО «Диаметр»,
автор сайта «Теплопункт»

Расходомер (преобразователь расхода) является одним из важных элементов теплосчетчика. Для правильного выбора и использования теплосчетчика потребитель должен знать ряд особенностей и характеристик расходомеров различных типов.

Начиная данный цикл статей (см. «Коммунальный комплекс России», № 2' 2010), мы написали, что при обсуждении теплосчетчиков чаще и больше говорят о входящих в их состав расходомерах. Мы пошли другим путем: сначала рассказали о термопреобразователях, роль которых в теплосчете не менее важна, чем роль преобразователей расхода, затем – о датчиках давления, роль которых может быть значима в определенных случаях. Но теперь и мы неизбежно приходим к теме измерений расхода теплоносителя. И тема эта весьма обширна.

Расходомер, преобразователь расхода, счетчик, счетчик-расходомер

Когда говорят о входящих в состав теплосчетчика средствах измерений расхода, то называют их либо расходомерами, либо водосчетчиками, либо преобразователями расхода. При этом зачастую данные средства сертифицированы не только в составе теплосчетчика, но и самостоятельно. И в их документации можно прочесть, что они являются, например, «счетчиками жидкости» или «счетчиками-расходомерами». Какие из этих названий более правильные, какие и когда следует употреблять? Давайте разберемся.

Если рассматривать теплосчетчик как единое, но состоящее из различных функциональных блоков устройство, то мы выделим в нем «мозг» (вычислитель) и «органы чувств» (измерительные преобразователи температуры, давления и расхода). Словом «преобразователь» называют средство измерений (или его часть), которое преобразует измеряемую величину в сигнал, пригодный для передачи и дальнейшей обработки. Например, преобразователь давления «транслирует мегапаскали в миллиамперы». Его выходной сигнал постоянного тока передается в вычислитель. Вычислитель по известной зависимости между «входом» (давление) и «выходом» (сила тока) преобразователя «восстанавливает» значения давления. Термопреобразователь преобразует температуру теплоносителя в электрическое сопротивление: измеряя это сопротивление, вычислитель «узнает» температуру. А преобразователь расхода, как это уже понятно, преобразует в выходной электрический сигнал расход теплоносителя в трубопроводе системы теплоснабжения. Какой именно сигнал – об этом мы поговорим позже.

Можно разработать преобразователь расхода специально для какого-либо кон-

кретного вычислителя, конкретного теплосчетчика – и сертифицировать теплосчетчик в целом. Такой теплосчетчик будет называться единым: входящие в его состав преобразователи не являются самостоятельными средствами измерений, их нельзя применять в комбинации с другими вычислителями, то есть в составе других теплосчетчиков.

Можно создать некий универсальный преобразователь расхода и сертифицировать его сначала сам по себе. Если выходной сигнал преобразователя является стандартизованным, и его характеристика (зависимость между измеряемым расходом и параметрами выходного сигнала) известна, то такой преобразователь можно включать в состав различных теплосчетчиков, то есть комбинировать с различными вычислителями. Такие теплосчетчики будут называться комбинированными.

Но можно применить разработанный преобразователь не в составе теплосчетчика, а в составе счетчика воды, расходомера. Ведь измерения объема и расхода воды (равно как и других жидкостей) – это отдельная и часто встречающаяся задача.

Как правило, в системах водоснабжения нужно измерять именно объем воды, израсходованной потребителем, или, другими словами, объем воды, прошедшей через трубопровод в точке измерений. Прибор для измерений количества (объема) называют счетчиком. В нашем случае это водосчетчик, счетчик воды. Такой прибор состоит из преобразователя расхода и устройства (электронного или механического), отображающего измеренный объем в цифрах. При этом конструктивно преобразователь и устройство отображения информации могут быть объединены в одном корпусе, а могут быть раздельными, соединенными кабелем.

Помимо измерения количества жидкости, иногда (чаще в промышленности) требуется измерение расхода, то есть (грубо говоря) количества за единицу времени. Прибор для измерения расхода называется расходомером. Но мы вряд ли найдем в нашем окружении «чистые» расходомеры: если прибор измеряет расход, то он способен измерить (показать) и общий объем прошедшей через него жидкости. Ну, а большинство типов счетчиков объем вычисляют, измеряя изначально скорость (расход) воды. Вот почему в жизни слова «расходомер» и «счетчик» («водосчетчик», «счетчик воды») очень часто используются как синонимы. А

если нужно подчеркнуть, что прибор измеряет и показывает как расход, так и объем, его называют «счетчик-расходомер» или «расходомер-счетчик».

Но вернемся к счетчикам тепла. Мы говорили о входящих в их состав преобразователях расхода, а потом отвлеклись на расходомеры и водосчетчики. Так вот, преобразователь – это «слепое» устройство: он выдает электрический сигнал, «понятный» вычислителю, но не показывает цифры, понятные человеку. Расходомер (счетчик) цифры показывает. При этом ничто не мешает конструкторам дополнительно оборудовать его и электрическим выходом – такой расходомер тоже можно будет подключить к вычислителю, и комплект из вычислителя, расходомера(ов) и преобразователей температуры и давления будет представлять из себя теплосчетчик. Конечно, мы получим некоторую избыточность: значения расхода или объема теплоносителя можно будет видеть как на табло расходомера, так и на табло вычислителя. Но в ряде случаев это даже полезно.

Приведем примеры. Всем известны тахометрические водосчетчики, называемые в народе «вертушками». Такой водосчетчик может применяться сам по себе для учета водопотребления. Он состоит из преобразователя расхода (крыльчатки или турбины) и отсчетного устройства («циферблата»), но может быть также оборудован электрическим (чаще – импульсным) выходом, подключен к тепловычислителю и играть роль преобразователя в теплосчетчике.

На рис. 1 показан счетчик горячей воды WPD, рядом с ним видим съемный передатчик импульсов. На рис. 2 представлен узел учета тепла, где два таких WPD с установленными передатчиками импульсов (импульсными выходами) подключены к тепловычислителю и работают, по сути, как преобразователи. На рис. 3 показан так называемый компактный (или квартирный) теплосчетчик PolluCom. В его составе имеется тахометрический крыльчатый преобразователь расхода, но применить его отдельно, как водосчетчик, нельзя, поскольку он выполнен «заодно» с вычислителем. Таким образом, мы видим собранные из одних и тех же элементов водосчетчик, комбинированный теплосчетчик и единый компактный теплосчетчик.

Можно привести подобные примеры и с ультразвуковыми, и с электромагнитными приборами. Эти примеры должны нам помочь понять следующее: тот «орган»,

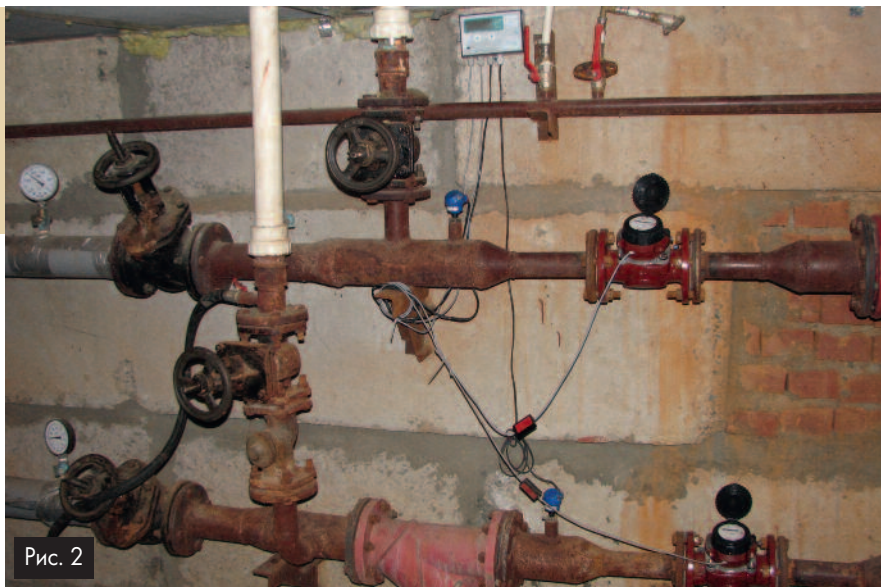


Рис. 2

который в теплосчетчике отвечает за измерения расхода, в принципе можно называть и преобразователем расхода, и расходомером, и преобразователем объема, и водосчетчиком. Но если мы хотим подчеркнуть, что в данном конкретном случае этот «орган» не самостоятелен, не имеет собственных средств отображения информации, – лучше назвать его преобразователем. Если хотим подчеркнуть, что в качестве этого «органа» используется некий «отдельный» прибор, – лучше так и говорить, что это «расходомер», «водосчетчик», «расходомер-счетчик» и т.п.

Также лучше быть точным, если речь идет о конкретных типах средств измерений. Скажем, невозможно придаться к таким фразам: «в состав данного теплосчетчика входят вихревые преобразователи расхода ВЭПС» и «в состав данного теплосчетчика входят счетчики воды WPD с импульсным выходом». А, например, формулировки «в состав входят расходомеры ВЭПС» и «в состав входят преобразователи расхода WPD» понятны, допустимы (особенно если нужно избежать тавтологии), но, если буквоедствовать, то не вполне правильны. Ведь таких средств измерений, как «расходомер ВЭПС» и «преобразователь



Рис. 1



Рис. 3



Рис. 4

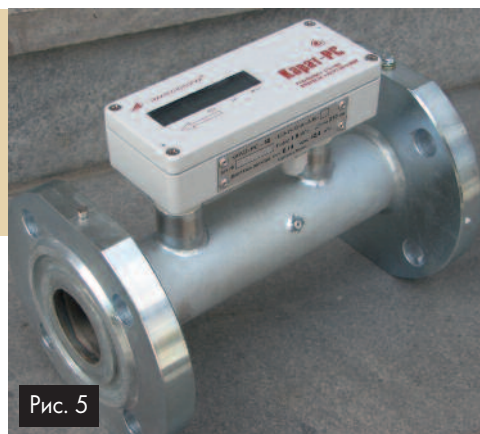


Рис. 5

расхода WPD» мы в государственном реестре не найдем. Когда же мы говорим о единых теплосчетчиках, то в их состав входят именно «преобразователи», причем зачастую – безымянные, отдельно не сертифицированные.

Выходные сигналы расходомеров

А теперь поговорим о выходных сигналах расходомеров. Когда мы рассуждали об измерениях температуры, то рассматривали исключительно термопреобразователи сопротивления. Они применяются в подавляющем большинстве типов теплосчетчиков. В то же время существуют и используются, хотя и крайне редко, датчики температуры с частотным выходом. Они выдают непрерывную последовательность импульсов, частота следования которых пропорциональна измеряемой температуре.

Среди применяемых в составе теплосчетчиков датчиков давления существует несколько большее разнообразие: здесь мы можем встретить и токовый выход, информативным параметром которого является сила тока, и выход, информативным параметром которого является напряжение.

Расходомеры же могут быть оборудованы токовым выходом (сила тока пропорциональна расходу), частотным выходом (расходу пропорциональна частота следования импульсов) и импульсным (иногда говорят – числоимпульсным) выходом. Последний в настоящее время применяется значительно чаще двух первых. А в теплосчетчиках с автономным электропитанием и вовсе видим исключительно такие – «импульсные» – расходомеры и преобразователи расхода. Почему? И в чем принципиальное отличие импульсного выхода от частотного и токового? Это мы должны понимать обязательно.

Частотный и токовый выходы являются «непрерывными». Даже если расход нулевой, сигнал не исчезает, просто частота следования импульсов или сила тока имеют значение, соответствующее нулевому расходу. Если сигнал исчез, это свидетельствует об обрыве линии, и это очень полезная особенность. Сигнал непрерывен и пропорционален расходу – значит мы знаем значение

расхода в любой момент времени, и мы мгновенно отслеживаем любые изменения расхода. Вторичный прибор (вычислитель) отображает на своем дисплее «настоящий» расход, а интегрируя значения расхода, точно и однозначно вычисляет объем воды, прошедшей по трубопроводу за любой отрезок времени.

Понятно, что расходомеры с частотным или токовым выходом незаменимы там, где нужно точно отслеживать расход в режиме on-line. Но такие задачи характерны скорее для АСУ ТП, нежели для тепло- или водоучета. Учетная задача – измерять объем (или массу, но о массе – позже) теплоносителя за достаточно большие (сутки, месяц, год) интервалы времени. Вот почему трансляция и обработка непрерывных сигналов для теплосчетчика – только напрасная трата энергии и вычислительных ресурсов. Потребитель ценит теплосчетчики «на батарейках», а батарейка «не потянет» обработку частотного или токового сигнала.

Потому и распространены преобразователи с импульсным выходом. Такой преобразователь «молчит» до тех пор, пока через него не пройдет определенный объем теплоносителя. А как только такой объем (это может быть 1 л, 10 л, 100 л – в зависимости от конструкции и/или настроек) пройдет, преобразователь выдаст на выход электрический импульс (замкнет-разомкнет ключ, контакт) и снова «замолкнет».

Вычислитель в перерывах между импульсами может «спать», то есть находиться в режиме пониженного энергопотребления. Поступивший на вход вычислителя импульс «будит» его. Вычислитель, «зная» вес импульса (то есть сколько литров этот импульс соответствует), учитывает этот объем и снова «засыпает». С точки зрения энергопотребления все идеально, с точки зрения учета – приемлемо. Но есть особенности.

Очевидно, что в перерывах между импульсами мы не имеем никакой информации о «состоянии дел» в трубопроводе. Может быть, очередные 10 или 100 л через преобразователь еще не прошли. Возможно, произошла авария, и теплоноситель через

преобразователь не идет или остановился. А может быть, преобразователь отказал или линия связи с ним оборвана? Может быть все, но мы не можем знать об этом ничего.

Также очевидно, что при помощи преобразователей с импульсным выходом нельзя измерять расход, так как, строго говоря, они являются преобразователями не расхода, а объема – не расходомерами, а «чистыми» счетчиками. По крайней мере, с точки зрения вычислителя. Тот «расход», который может показывать на своем дисплее вычислитель, в данном случае будет не «настоящим», а «искусственно выведенным». Получив очередной импульс и имея информацию о времени, которое прошло со времени получения предыдущего импульса, вычислитель рассчитает некое среднее значение расхода за этот период.

На самом деле на интервале между двумя импульсами расход в трубопроводе может несколько раз остановиться, замедлиться, ускориться, но вычислитель этого не покажет. Если в узле учета с «импульсными» преобразователями перекрыть трубопроводы, на дисплее вычислителя «нулевой расход» появится далеко не сразу. В ожидании очередного импульса прибор будет пересчитывать расход с учетом значений на предыдущих интервалах, и цифры на дисплее будут постепенно уменьшаться, во время как реально в трубопроводе уже «ничего не течет».

Вес импульса и точность измерений

Кстати, забавная ситуация может случиться, если использовать в составе теплосчетчика расходомер-счетчик с собственным дисплеем, на который выводятся измеренные значения расхода, и с импульсным выходом (см. рис. 4 и 5 – на них показаны расходомеры одной марки, но в разных исполнениях). Сам по себе такой прибор измеряет и расход, и объем, но через импульсный выход выдает только сигнал, пропорциональный объему, то есть, с точки зрения вычислителя, это преобразователь объема. В любой момент времени значения расхода на дисплее расходомера (то есть то, что измерено им непосредственно) не будут совпадать со значениями того же по смыслу расхода на дисплее вычислителя (это то, что рассчитано вычислителем через период следования «объемных» импульсов). А вот объемы за длительные промежутки времени по показа-

ниям расходомера-счетчика и вычислителя должны совпадать – иное будет указывать на неисправность одного из приборов.

А почему именно «за длительные промежутки»? Здесь еще один парадокс: применяя преобразователи с импульсным выходом, являющиеся по сути, как мы уже сказали, преобразователями объема, мы не можем точно определить объем теплоносителя, прошедший через преобразователь за короткий промежуток времени!

Например, у нас есть преобразователь, выдающий импульс на каждые 100 л прошедшей через него воды. Мы хотим измерять объем за каждый час. Но что если час закончился, а очередной импульс пришел в первую минуту следующего часа? Это не значит, что именно за данную минуту через преобразователь прошло разом 100 л воды. Нет, какая-то часть этого объема прошла в предыдущем часе, и лишь «последние капли» – в новом. Но правильно разделить эти 100 л между двумя соседними часами невозможно, и вычислитель пишет в архив то, что «видит». В итоге в первом часе мы не досчитываемся почти 100 л воды, во втором – получаем почти 100 л лишних.

Избежать этой проблемы можно, только используя преобразователь с малым «весом» импульса (один импульс не на 100, а на 10 л или на 1 л) либо ведя учет на больших интервалах времени. Другими словами, вес импульса должен быть гораздо меньше предполагаемого расхода за интересующие нас временные отрезки. Однако, уменьшая вес импульса, мы добиваемся того, что преобразователь выдает импульсы чаще. В итоге возрастает энергопотребление счетчика.

Таким образом, к использованию теплосчетчиков с «импульсными» преобразователями расхода (точнее – объема), а также к выбору веса импульса преобразователя нужно подходить осознанно. Импульсный выход не подойдет вам, если вы хотите вести непрерывный мониторинг расхода. Импульсный выход с большим весом импульса не подойдет вам, если вы хотите точно определять объем теплоносителя (воды) за относительно короткие периоды. Но если вам нужен теплосчетчик с автономным электропитанием, то без преобразователей с импульсным выходом вам не обойтись.

Продолжим разговор о расходомерах, счетчиках и преобразователях расхода в следующем номере журнала. □