

Единство измерений и горячая вода

В.А. Иванчура

Для специалистов, занимающихся измерениями, хорошо известно, что подбор оборудования (измерительных приборов) определяется ответами на три основных вопроса: что измерять? в каких условиях? с какой точностью? Если грамотно и корректно ответить на эти вопросы, то измерения будут проведены качественно, но с небольшими экономическими затратами. Не только качественно, но и дешево – это очень важный момент. Практически любую измерительную задачу можно решить, если использовать дорогие, но зато очень точные приборы. И в ряде случаев так и поступают, если в поставленной задаче достоверность результата измерений превалирует над экономическими аспектами, либо измерения связаны с безопасностью людей – убытки (а человеческие жизни вообще не имеют денежного эквивалента), вызванные неточностью измерений значительно выше стоимости измерительных приборов. Простой пример: космическая навигация. Совершенно понятно, что если произойдет авария из-за неточности навигации, то будет потерян весьма и весьма дорогостоящий аппарат. В этой ситуации можно себе позволить дорогие измерительные приборы: цена ошибки крайне высока. Другой пример – фармакология. Компоненты, смешанные в правильной пропорции – целебное средство, ошибка – смертельный яд. Но никто не станет использовать для измерений температуры больных высокоточные платиновые термометры, хотя измерительная задача будет решена и результат измерений будет более достоверным.

Такой принцип «необходимой достаточности» используется практически во всех областях измерений. Исключений мало, но они есть. И, к сожалению, принцип «необходимой достаточности» не очень популярен в области измерений и учета тепловой энергии. Налицо тенденция к неоправданному завышению требований по точности измерений и усложнению алгоритмов расчета величины потребленной тепловой энергии. Делается это под флагом соблюдения закона о единстве измерений, требований гражданского кодекса РФ и т.д. и т.п. Стоит вспомнить недавнюю эпопею с температурой холодной воды. В правилах учета тепловой энергии и количества теплоносителя четко определено, каким образом значение температуры холодной воды должно учитываться в расчетах с потребителями. Однако этого оказалось мало, и потребовались открытые письма правительству и внедрение целого пакета нормативных документов, которые просто переводят на метрологический язык положения Правил.

Как известно, количество потребленной тепловой энергии определяется как сумма тепловой энергии, отобранной на нужды отопления (для закрытой системы) и энергетического эквивалента количества отобранного теплоносителя на нужды горячего водоснабжения (для открытой системы). И если с измерением потребленной тепловой энергии на нужды отопления проблем особых нет (имеется достаточное количество документов и методик, в том числе международных), то с измерением количества утраченного теплоносителя ситуация сложная, как с единством измерений, так и с измерениями вообще. Наибольшее число споров, конфликтов и взаимных претензий касается измерений тепловой энергии в открытых системах теплоснабжения. Чтобы лучше понять причины этого, попробуем организовать узел учета горячей воды.

Итак, в соответствии с Правилами учета для учета потребления горячей воды нам необходима информация о массе теплоносителя отобранного из системы, или говоря простым языком, сколько горячей воды было слито потребителем че-

рез краны. Причем, должно быть измерено количество воды, слитое не только через штатные краны, но и количество воды, которое протекло через уплотнения и т.д. Т.е. вся вода, которая куда-либо делась из системы после границы балансовой принадлежности, считается потребленной независимо от того, для чего ее используют. Соответственно, на границе балансовой принадлежности должны быть установлены одно или несколько средств измерений массы теплоносителя, в зависимости от количества трубопроводов. Ответ на вопрос «что измеряем?» дан. Вопрос об измерениях температуры оставим на «потом», Правила этого не требуют в обязательном порядке.

Предположим, что объект – жилой дом на 100 квартир. Пусть в каждой квартире имеется два крана, которые имеют два положения – «открыто» и «закрыто». Таким образом, минимальное потребление составит 1/200 часть от максимального. А если учесть то, что при проектировании узлов учета требуют умножить величину максимального расхода на коэффициент запаса 1,25, то минимальное потребление составит 1/250 часть. Говоря метрологическим языком, минимальный диапазон измерения массы теплоносителя в нашем примере составляет 1:250 от максимального.

Остался третий, наиболее болезненный вопрос: с какой точностью? Правила требуют измерение массы с погрешностью 2% в диапазоне 1:25 от максимального. В нашем примере, если краны открыты более чем в 5-ти квартирах, то измерение массы потребленной воды должно быть произведено с погрешностью не более 2%. Если потребление ниже, то требований по погрешности нет. Более того, выполнение измерений с погрешностью менее 2% требует повышения точности средств измерений в том случае, если снабжение осуществляется по схемам с возвратом части теплоносителя. Покажем это на простом арифметическом примере.

Количество потребленного теплоносителя определяется как разность масс полученного теплоносителя (M_1) и возвращенного теплоносителя (M_2). При использовании в обоих трубопроводах средств измерений расхода с одинаковыми пределами допускаемой относительной погрешности (δ), относительная погрешность измерения массы потребленного теплоносителя будет определяться по формуле:

$$\delta_M = \frac{1+\beta}{1-\beta} \delta \quad (1)$$
$$\beta = \frac{M_2}{M_1}$$

Степень открытости (β) изменяется в пределах от 0 (возвращенного теплоносителя нет) до 1 (нет потребления). Соответственно, относительная погрешность измерения массы потребленного теплоносителя больше или равна погрешности средств измерения. Таким образом, для обеспечения соответствия Правилам учета, средства измерений расхода должны быть более точными, чем 2%. А при малом потреблении погрешность измерения расхода вообще должна стремиться к нулю (при близких к единице значениях степени открытости).

В Правилах нет четкого ответа, распространяется ли требование к точности измерений на измерения массы косвенным методом (с помощью указанной формулы (1)). Но с другой стороны, указанный метод – единственный для систем теплоснабжения с возвратом теплоносителя. Причина этого – вполне объяснимое желание чего-нибудь не упустить и заставить заплатить потребителя за каждый литр горячей воды, даже если она капает через уплотнение в муфте. Даже ценой большой относительной погрешности измерений. Простой анализ формулы (1) показывает, что при малых потреблении (в ночное время, например) относитель-

ная погрешность резко возрастает и стремится к бесконечности. Вывод простой: для обеспечения требуемой точности измерений необходимо существенно повышать точность средств измерений, и как следствие, использовать дорогие приборы.

О том, что косвенный метод измерения массы потребленной горячей воды дает большую погрешность, написано очень много статей. Мнение специалистов однозначно: этот метод необходимо заменить прямым методом измерений. Действительно, если измерения проводятся только одним средством измерений, то погрешность будет ниже и определяться, в основном, погрешностью самого средства измерений. Пора прекратить охоту за мифическими утечками. Потери, вызванные неточностью измерений, могут быть значительно выше, чем потери от любителей мытья машин водой из батареи. Это однозначно, и спорить с этим бесполезно. Есть только одно препятствие: например в рассматриваемом нами жилом доме учет горячей воды прямым методом можно организовать только в каждой квартире, в местах, где от вертикального стояка отходит горизонтальный. Таким образом, вместо двух приборов потребуется минимум 100. Это решение самое очевидное, и если жильцы смогут позволить себе установку приборов учета, проблема с единством измерений будет решена.

Другое дело, если организация индивидуального учета невозможна. Либо слишком дорога для жильцов, либо просто невозможно найти место для установки приборов. В этом случае все равно учет будет производиться по формуле (1). Что еще можно сделать? Ряд специалистов предлагают решать проблему методической погрешности измерения массы потребленной горячей воды по разности использованием т.н. «подобранных в пару» расходомеров. Для таких групповых средств измерений нормируется, наряду с индивидуальной погрешностью, еще и погрешность разности. Фактически, использование таких приборов дает тот же эффект, что и использование прямого метода. Но у таких приборов есть один, но существенный недостаток: в системах, где однократное закрытие-открытие запорного вентиля приводит к тому, что приходится чистить ванны, такие приборы не способны сохранять свои метрологические свойства даже в течение одного отопительного сезона. В результате решение проблемы остается только на бумаге – реально погрешность измерений оказывается такой же, если не большей, как и при использовании простых расходомеров.

Подытожим: индивидуальный учет – самое лучшее, но, к сожалению, организация индивидуального учета не всегда возможна. Другой способ решения проблем - повышение точности приборов (в том числе использование «подобранных в пару» расходомеров). Такой вариант приводит к существенному удорожанию узлов учета, при отсутствии гарантий сохранения метрологических характеристик в течении даже одного отопительного сезона. А тут еще и вспомним о диапазоне измерений: кранов «открыто-закрыто» в наших системах горячего водоснабжения практически не используют. Соответственно, диапазон измерений становится шире в разы, если не на порядки. И это еще в плюс к тому, что есть методологическая погрешность. Никакие широкодиапазонные расходомеры проблему не решают.

А может, стоит задаться вопросом: а надо ли измерять потребление горячей воды НОЧЬЮ с такой точностью (2%)? А может, ночью достаточно и 10%, а может даже 50? Ведь вклад ночного потребления в суточное незначительный. И соответственно, «вклад ночной погрешности» тоже незначительный. Может, просто проще отказаться от ежеминутного вычисления разности, и считать ее один раз в сутки? Или использовать, при малом потреблении, вместо измеренных значений соответствующие договорные. Ведь даже при прямых измерениях и индивидуальном учете теплоснабжающая организация потребует оплатить «нормативные»

утечки в трубопроводах от границы балансовой принадлежности до приборов учета. Таким образом, все равно результат измерений суммируется с целым рядом договорных параметров.

Если в новых правилах будет четко определен порядок взаиморасчетов между поставщиками и потребителями в случае выхода измеренных значений за нормированные границы, а в дополнение к этому будет разработана методика измерений (учета), то учет станет доступнее, и главное, справедливее. Не стоит гнаться за миражами, в этом случае на финише нас ожидает учет по нагрузке!

Сведения об авторах:

Иванчура Владимир Александрович - ведущий специалист ЗАО «ВЗЛЕТ»