

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРИБОРНОГО УЧЕТА ТЕПЛОТЫ

В.А. Медведев

1. Метод распределения как методика косвенных измерений.

Начнем с того, что еще раз напомним: результаты поквартирного учета теплоты используются для определения доли конкретного потребителя от количества теплоты, измеренного общедомовым теплосчетчиком. Такой принцип сохраняется для любого способа измерения доли: будь то квартирный теплосчетчик, виртуальные комнатные теплосчетчики, распределители теплопотребления, устанавливаемые на приборы отопления. Рассматривая индивидуального потребителя как субъекта с индексом j , «накопившего» на своем сумматоре (суммирование может выполнять некоторая внешняя программа) за учетный период E_j учетных единиц, запишем его долю φ_j от общедомового теплопотребления за этот период:

$$\varphi_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^N E_j} \quad /1/$$

Так что «причитающееся» потребителю количество теплоты выразится как:

$$Q_j = \varphi_j \cdot Q_{\text{Общ}} \quad /2/$$

В действительности порядок использования показаний индивидуальных приборов учета теплоты для расчета сумм платежа может быть более сложными, но приведенный выше принцип сохраняется.

Вполне возможно, что такая методика распределения, которая, по-видимому, должна рассматриваться как методика косвенных измерений, может быть единой в методологической части для всех приемов поквартирного учета теплоты, поскольку их объединяет использование показаний общедомового теплосчетчика. Конечно, возможны различия в деталях: различные средства измерений, различные единицы измерений, различные способы суммирования показаний для индивидуального потребителя, различные требования к точности измерений и оценки погрешностей. В частности, применение виртуальных комнатных теплосчетчиков возможно только в составе измерительной системы. Так или иначе, единую методику, или несколько таких методик необходимо аттестовать в установленном порядке, внести в единый реестр методик измерений и зарегистрировать в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, как это определено в статье 5 Федерального Закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Порядок аттестации установлен в ГОСТ Р 8.563-2009 «Методики (методы) измерений».

2. Испытания в целях утверждения типа.

Испытания в целях утверждения типа средства измерений – один из видов подтверждения соответствия. Такие испытания должны опираться на нормативные документы, устанавливающие технические, в том числе и метрологические, требования к средству измерений.

С этих позиций благополучнее всего ситуация с квартирными теплосчетчиками. Разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах контура

отопления квартиры, как правило, больше 2-3°C. Требования к таким теплосчетчикам сформированы в предыдущие годы, содержаться в ряде стандартов и правил, а в настоящее время включены в разрабатываемый технический регламент таможенного союза России, Казахстана и Беларуси.

Виртуальные квартирные теплосчетчики по техническим характеристикам мало отличаются от привычных компактных версий, но документа, устанавливающего требования к ним, нет. В разработке находится стандарт ГОСТ Р «Средства измерений и системы измерительные виртуальные. Общие положения». Первая редакция проекта стандарта была включена в сборник нашей предыдущей конференции в мае этого года.

Виртуальные комнатные теплосчетчики для квартир с однотрубной и двухтрубной вертикальной разводкой «работают» с разницей температур теплоносителя порядка 1°C, что при всех технически доступных мерах повышения точности измерений температуры объективно понижает точность результата измерений количества теплоты по сравнению с классическим теплосчетчиком. Практика применения таких измерительных систем должна быть поддержана соответствующим документом, устанавливающим технические требования. В начальном варианте это может быть стандарт предприятия или некоммерческой организации, или рекомендация по метрологии одного из профильных государственных метрологических институтов, но в конечном итоге требования к таким системам должны войти в нормативный документ федерального уровня.

Близка к этому ситуация с распределителями теплопотребления и измерительными системами на их основе. В 2007 г. опубликован стандарт НП АВОК «Распределители стоимости потребленной теплоты от комнатных отопительных приборов. Распределители с электрическим питанием». В нем изложены положения европейского стандарта EN 834. Но, в отличие, например, от Беларуси, в России этот стандарт пока не имеет статуса государственного стандарта. До сих пор возникают дискуссии по вопросам о том, являются ли эти технические устройства средством измерений, и если их относить к средствам измерений, то какую величину они измеряют. Одной из причин такого положения служит само название стандарта EN 834 – «Распределители стоимости ...». При внесении в российский реестр средств измерений приходится называть распределитель средством измерений температуры, тогда как на самом деле, тем более в варианте с электрическим питанием, это, безусловно, счетчик. Скорость нарастания показаний, пусть в виде приведенной безразмерной величины, интегрируется по времени и в качестве показания на дисплей выводится накопленная сумма. И характеристики точности установлены для этого суммарного показания для различных диапазонов температурного напора. Учитывая высокую точность измерений времени по сравнению с измерениями температуры или разности температур, эти характеристики точности можно отнести к температурным измерениям.

С подобными же вопросами приходится сталкиваться при проведении испытаний в целях утверждения типа измерительных систем индивидуального учета теплоты. Что является результатом измерений в таких системах? Достаточно ли нормировать погрешности измерительных каналов?

3. Первичная и периодическая поверка.

Важным вопросом всегда остается поверка средств индивидуального измерения потребления ресурсов. Первичная поверка теплосчетчиков и их элементов отработана методически и хорошо обеспечена технически. Этого нельзя сказать о распределителях теплопотребления в варианте, соответствующем стандарту EN 834. В показания, выводимые на дисплей, не всегда входит текущая температура, измеренная устройством, или скорость

нарастания показаний. Поверять устройство по погрешности накопленного показания – длительный и дорогостоящий прием, даже при возможности ускорения хода времени. Особенно это сложно сделать для распределителя с двумя датчиками температуры. Если же распределитель выводит текущие температуры, появляется возможность достаточно простой методики поверки, в основу которой положено сравнение показаний эталонного термометра и поверяемого прибора в условиях однородного поля температуры (используется климатическая камера или термошкаф) и предположение о пренебрежимо малом влиянии на результат измерений погрешности хода времени в устройстве.

Нам нужно только правильно установить допустимые пределы погрешности измерений температуры.

Исходим из того, что у нас есть возможность «увидеть» температуры датчиков.

а) Односенсорные приборы

Для распределителя нормирована относительная погрешность скорости нарастания показаний.

Скорость нарастания показаний: $R = \left(\frac{t-20}{60}\right)^m$.

$\Delta R \approx \frac{dR}{dt} \Delta t$ ΔR - предел допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости нарастания, 1/ч.

$\delta = \frac{\Delta R}{R}$ - предел допускаемой относительной погрешности измерений скорости нарастания показаний, нормированный для распределителя.

Δt - предел допускаемой погрешности измерений температуры, °С.

$$\frac{dR}{dt} = m \cdot \left(\frac{t-20}{60}\right)^{m-1} \cdot \frac{1}{60}$$

$$\delta = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dt} \cdot \Delta t ; \quad \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dt} = \frac{m}{t-20}$$

$$\text{Так что: } \Delta t = \frac{\delta \cdot (t-20)}{m}$$

Показатель степени $1 < m \leq 1,3$

В каждой поверочной точке сравниваем погрешность измерений температуры с вычисленным допускаемым пределом Δt .

Если в односенсорном распределителе в выводимых на дисплей величинах присутствует текущая скорость нарастания показаний R , то показания эталонного термометра при поверке в климатической камере легко пересчитываются в «эталонное» значение скорости нарастания показаний.

б) Двухсенсорные приборы

Для прибора с двумя термометрами просто заменим $(t-20)$ на Δt , Δt на $\Delta(\Delta t)$:

$$\text{Тогда: } \Delta(\Delta t) = \frac{\delta \cdot \Delta t}{m};$$

$\Delta(\Delta t)$ - предел допускаемой погрешности измерений разности температур, °С.

Погрешность измерений разности температур рассчитываем как разность погрешностей измерений этих температур.

Поэтому поверка проходит по этапам: сначала устанавливаем в термостате температуру, близкую к 20°С и определяем погрешность термометра, измеряющего «комнатную» температуру t_2 .



Затем устанавливаем поверочные значения температур и определяем погрешность «горячего» термометра. В каждой поверочной точке $xx^{\circ}\text{C}$ рассчитываем разность погрешностей $\Delta(\Delta t)_{\text{изм}} = \Delta t_{\text{гор}}(xx) - \Delta t_{\text{хол}}(20)$ и сравниваем с вычисленным допусковым пределом $\Delta(\Delta t)$.

Организация выборочной поверки при выпуске из производства по такой методике снижает затраты и позволяет устанавливать приемлемую цену изделия.

Особый вопрос – периодическая поверка. Средства измерений, подлежащие поверке, установлены в квартирах, что делает проблематичным и затратным частый доступ к ним в целях поверки. Поэтому, во – первых, средства измерений должны обеспечивать значительный межповерочный интервал, не менее уже привычных по счетчикам воды четырех лет, и, во-вторых, не прерывать приборный учет на длительный период. Так что наилучшим способом представляется замена снятых на поверку средств измерений в квартире на поверенные. В случае использования распределителей в измерительной системе желательно, чтобы такая замена проводилась «единовременно», в период отсутствия отопления, на всех отопительных приборах системы.

Медведев Валерий Афанасьевич,
к.т.н., главный специалист по метрологии
лаборатории поверки и испытаний температурных и теплофизических средств
измерений ФБУ «Ростест Москва»,
тел/факс (495) 668 29 66, e-mail: valeryam@rostest.ru, mva1937@pisem.net.