

Комплекты термометров и термометры, применяемые в составе теплосчетчиков в России.

Состояние и задачи метрологического обеспечения.

В.А. Медведев, ФГУ «Ростест - Москва»

Тезисы доклада

на семинаре в г. Санкт-Петербурге, 10-12 ноября 2009 г,

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Рассматриваются следующие аспекты вопроса:

- ✓ терминология и технические требования
- ✓ требования к конструкции и установка на объекте
- ✓ методы испытаний
- ✓ поверка

1. Терминология и технические требования

Термин «комплект термометров» (“*temperature sensor pair*”) введен в европейском стандарте EN 1434-1-1997 «Теплосчетчики. Общие требования». Комплект термометров – это составной элемент теплосчетчика, включающий два термометра сопротивления из платины, предназначенных для установки в трубопровод с горячей водой, в гильзу или без гильзы, подобранных в пару так, чтобы относительная погрешность E_t измерения разности температур Δt не выходила за пределы, описываемые соотношением:

$$E_t = \pm(0,5 + \frac{3 \cdot \Delta t_{\min}}{\Delta t}), \% \quad /1/$$

Δt_{\min} - минимальная измеряемая разность температур, одна из обязательных характеристик теплосчетчика и его составных элементов – вычислителя и комплекта термометров. Выбирается из ряда 1, 2, 3, 5, 10 °С.

В указанном стандарте установлено требование к точности измерения температуры термометрами комплекта: ± 2 °С.

В стандарте EN 1434-1997 (есть российский идентичный аналог ГОСТ Р EN 1434-2006; содержит немало неточностей перевода) теплосчетчиком названо средство измерения количества теплоты, отданного/полученного теплоносителем-водой - в теплообменном контуре, во всех точках которого массовый расход воды одинаков. Уравнение работы теплосчетчика:

$$Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \dot{m} \cdot (h_1 - h_2) \cdot d\tau = \int_{V_1}^{V_2} k_i \cdot (t_1 - t_2) \cdot dV \quad /2/$$

где τ - время; h_i – удельная энтальпия воды, $h_i=f(t_i, p_i)$; \dot{m} - массовый расход воды; V - объём воды; $k = \rho_i \cdot \frac{h_1 - h_2}{t_1 - t_2}$ – тепловой коэффициент (коэффициент

Штюка); t – температура, ρ_i - плотность воды в том трубопроводе, где установлен расходомер.

Других задач на это средство измерения не возлагается.

Все положения указанного стандарта вошли в рекомендацию МОЗМ Р75-2002, подписанную и Россией.

В практике теплоснабжения в России такой теплосчетчик называют одноканальным, имея в виду, что в отечественных узлах учета теплоты (тепловой энергии – согласно терминологии российских юридических

документов) применяют теплосчетчики многоканальные, то есть измерительные системы с каналами - теплосчетчиками, а также и другими измерительными каналами. В числе каналов – теплосчетчиков многоканального прибора реально присутствуют и такие каналы, в которых измеряется только одна температура – в подающем трубопроводе, а другая температура принимается условно постоянной, оценочно передающей температуру природного источника воды у производителя теплоты. Так что появляются каналы - теплосчетчики, в которых нет комплекта термометров, а есть только один термометр. Требования к нему в основном, кроме специальных требований к конструкции, могут быть приняты по ГОСТ Р 8.625.

Кроме того, в отечественных приборах учета канал измерения температуры служит для контроля температуры воды, подаваемой в систему отопления и горячего водоснабжения. Требования к точности измерения температуры установлены «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя» (Правила-99):

$$\pm(0,6 + 0,004 \cdot t), \text{ } ^\circ\text{C}$$

Термин «термометры для измерения разности температур» по смыслу недалек от приведенного выше, но допускает разные толкования. Разность температур может рассматриваться как функция времени измерения (пример – термометр Бекмана), а может быть функцией координат, как в случае комплекта для теплосчетчика. (Теоретически и в теплосчетчике хорошо бы использовать один и тот же термометр, строить временные тренды, и т.д.)

Некоторые изготовители термометров для теплосчетчиков устанавливают характеристики погрешности, отличающиеся от /1/. Так, известный производитель ЗАО «Термико» для комплектов КТПТР -04, КТПТР-05 класса А (их «изобретение») установил предел абсолютной погрешности комплекта $\pm(0,05 + 0,001 \cdot \Delta t)$, $^\circ\text{C}$. Для предела относительной

погрешности получим: $\pm(0,1 + \frac{5}{\Delta t})$, %. (Там такой интересный термин : « погрешность измерения разности температур, вносимая термометрами комплекта» ???)

На практике комплекты используются как парой, так и «в одиночку», но в документации (в описаниях типа, методиках поверки) такая возможность и порядок оформления чаще всего не «прописаны», а надо бы.

2. Требования к конструкции и установка на объекте

Требования к конструкции термометров для теплосчетчиков очень подробно и полно приведены в EN 1434-2-1997 и его русском аналоге. В этих стандартах термометры рассматриваются неотрывно от задачи: если устанавливаются в гильзу, то требования к гильзе столь же строги, как к термометру; правила монтажа описаны для разных вариантов установки в трубопровод, и т.д.

3. Методы испытаний

В стандарте EN 1434-4-1997 так же подробно описаны методы испытаний комплектов термометров для теплосчетчиков. Часть этих методов следует распространить и на отдельные термометры, если они применяются в теплосчетчике «в одиночку».

3. Поверка

Методика поверки комплектов термометров изложена (может быть, недостаточно детально) в стандарте EN 1434-5-1997. Эта методика должна быть установлена как единая для комплектов ТС. Для российских условий, как правило, следует добавить поверку каждого термометра из комплекта на соответствие требованиям ГОСТ Р 8.625, что и имеет место.

Уже не раз обсуждался вопрос о достаточности/избыточности поверки каждого из термометров пары в трех точках температурного диапазона с последующим расчетом и анализом относительных погрешностей во всем «поле» «температура-разность температур».

В тексте евростандарта EN 1434-5-1997 «Первичная поверка» в разделе 4. Погрешность поверочного оборудования, *записано*:

«... Погрешности должны:

а) не превышать $1/5$ от максимально допускаемой погрешности испытываемого устройства;

или, если погрешность превышает $1/5$, то

б) погрешность должна вычитаться из максимально допустимой ошибки.

Рекомендуется следовать пункту а).»

Программа обработки результатов измерения сопротивлений в трех точках, я думаю, должна быть аттестованной, может, возможно даже и единой, и должна предусматривать ввод «коэффициента запаса» $k \leq 1$, отражающего эту неопределенность поверки. Правила расчета этого коэффициента нужно описать для начала в рекомендации, а потом, возможно, и в стандарте.