ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ВНИИМС

А.И. Асташенков
26 мая 1999г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Тепловая энергия открытых водяных систем теплоснабжения, полученная потребителем. Методика выполнения измерений

МИ 2537-2000

Введена в действие с 01.07.99.

Т88.6

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

РАЗРАБОТАНА: ЗАО «ИВК-САЯНЫ»,
Всероссийским научно-исследовательским институтом (ВНИИМС) Госстандарта России, Ростест -Москва

ИСПОЛНИТЕЛИ: Кузник И.В., Козлов С.П., Тиунов М.Ю., Брюханов В.А., Чесноков В.И., Беляев Б.М., Лисенков А.И.

УТВЕРЖДЕНА: ВНИИМС 26 мая 1999 г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА: ВНИИМС 16 июня 1999 г.

РАЗРАБОТАНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация распространяется на тепловую энергию открытых водяных систем теплоснабжения, полученную потребителем, и устанавливает методику выполнения ее измерений.

Рекомендация разработана с учетом требований ГОСТ Р 8.563-96, МИ 2377-96 и "Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя", утвержденными Минтопэнерго России.

1. Область применения

1.1. Рекомендация предназначена для применения юридическими лицами, осуществляющими учет тепловой энергии в открытых водяных системах теплоснабжения.

1.2. Рекомендация может служить основой для коммерческих взаимоотношений (взаиморасчетов) между поставщиком, потребителем и юридическим лицом, выполняющим измерения тепловой энергии (расчетно-измерительной компанией -РИК).

Примечания:

1. При выполнении измерений в соответствии с настоящей рекомендацией поставщик, потребитель и РИК заключают договор о юридической ответственности РИК за недостоверные результаты измерений

gost.e-ecolog.ru

тепловой энергии, полученной потребителем (далее - потребленной тепловой энергии).

2. РИК по поручению поставщика на основе результатов измерений и действующих тарифов на тепловую энергию может определять сумму оплаты за потребленную тепловую энергию.

2. Нормы погрешности измерений

Пределы допускаемых основных относительных погрешностей измерений при $t_1 - t_2 \geq 20^\circ C$ и $t_1 - t_{хв} \geq 40^\circ C$,

где t_1 и t_2 — температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах соответственно;

$t_{хв}$ — температура холодной подпитывающей воды,

при арифметическом суммировании составляющих погрешности ($\delta_{ар}$) и алгебраическом суммировании составляющих погрешности ($\delta_{ал}$) не должны превышать:

- для потребленной тепловой энергии, соответствующей закрытой водяной системе теплоснабжения: 3 % ($\delta_{ар}$) и 2 % ($\delta_{ал}$);

- для условной потребленной тепловой энергии в открытой водяной системе теплоснабжения: 9 % ($\delta_{ар}$) и 4 % ($\delta_{ал}$);

- для уточненной («итоговой») потребленной тепловой энергии в открытой водяной системе теплоснабжения: 10 % ($\delta_{ар}$) и 4 % ($\delta_{ал}$).

3. Метод измерений

Определение потребленной тепловой энергии основано на косвенных измерениях расхода, температуры и давления теплоносителя (воды) в открытых водяных системах теплоснабжения.

4. Средства измерений

4.1. Теплосчетчик у потребителя, обеспечивающий измерения:

- температуры воды в подающем трубопроводе t_1 в диапазоне 30...150 °С с пределами допускаемой погрешности ± 0,3 °С;

- разности температур воды в подающем (подводящем) и обратном (отводящем) трубопроводах $\Delta t = t_1 - t_2$ с пределами допускаемой погрешности ± (0,1+0,005Δt) °С;

- объемов воды, прошедших по подающему и обратному трубопроводам V_1 и V_2 с пределами допускаемой относительной погрешности ±1%;

- потребленной тепловой энергии Q_{1i}, соответствующей закрытой системе теплоснабжения, с пределами допускаемой относительной погрешности ±2%;

- условной потребленной тепловой энергии Q_{2ni} с пределами допускаемой относительной погрешности ±4 % (промежуточный результат);

- уточненной («итоговой») потребленной тепловой энергии $Q_{итог}$ с пределами допускаемой относительной погрешности ±4% (на основании значений уточненной потребленной тепловой энергии $Q_{итог}$ проводят окончательный взаиморасчет между поставщиком и потребителем тепловой энергии).

4.2. Теплосчетчик у поставщика, обеспечивающий измерения:

- температуры холодной подпитывающей воды в диапазоне 0...30 °С с пределами допускаемой погрешности ±0,3 °С;

- давления холодной подпитывающей воды в диапазоне 0...16 атм (0...16,2 МПа) с пределами допускаемой относительной погрешности ±2%.

4.3. Регистратор теплосчетчика у потребителя, обеспечивающий:

- запись результатов измерений - ежечасно;

- ход часов регистратора теплосчетчика с погрешностью не более 0,001%;

- абсолютное отклонение показаний времени не более 5 мин;

- индикацию года, даты и точного времени;

- регистрацию следующих величин с погрешностью регистрации не более 0,1 %;

t_1 — температуры воды в подающем трубопроводе;

V_1 — объема воды, прошедшего по подающему трубопроводу;

t_2 — температуры воды в обратном трубопроводе;

V_2 — объема воды, прошедшего по обратному трубопроводу;

Q_{1i} — потребленной тепловой энергии, соответствующей закрытой системе теплоснабжения;

Q_{2ni} — условной потребленной тепловой энергии.

4.4. Регистратор теплосчетчика у поставщика, обеспечивающий:
- запись результатов измерений - ежечасно;
- ход часов регистратора теплосчетчика с погрешностью не более 0,001%;
- абсолютное отклонение показаний времени не более 5 мин;
- индикацию года, даты и точного времени;
- регистрацию следующих величин с погрешностью регистрации не более 0,1 %:

$t_{хв}$, $P_{хв}$ — температуры и давления холодной подпитывающей воды (для определения ее энтальпии)

4.5. Средства измерений объема, температуры и давления, соответствующие требованиям «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя».

5. Требования безопасности.

При выполнении измерений соблюдают требования:
- «Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителями»;
- «Правил технической эксплуатации установок потребителями»;
- ГОСТ 12.1.038;
- ГОСТ 12.2.007.0;
- эксплуатационной документации на применяемые средства измерений.

6. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают лиц, имеющих техническое образование и практический опыт работы в данной области и изучивших «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя», настоящую рекомендацию и эксплуатационную документацию на применяемые средства измерений.

7. Условия выполнения измерений

7.1. При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

а) нормальные (при которых определяют основную погрешность):

- температура холодной подпитывающей воды, °С;	0...30;
- температура сетевой воды, °С;	30...150;
- температура окружающего воздуха, °С;	20±5
- относительная влажность окружающего воздуха, %	30...80;
- атмосферное давление, кПа;	84...106;
- напряжение питающей сети, В;	220±4,4;
- частота питающей сети, Гц;	50±0,5;

б) рабочие, при которых определяют (при необходимости) дополнительные погрешности:

- температура окружающего воздуха, °С;	5...55;
- напряжение питающей сети (для теплосчетчиков с сетевым питанием),	В.187...242.

7.2. Точки измерений температуры и расхода воды у потребителя на подающем трубопроводе выбирают максимально близкими друг к другу на входе в систему теплоснабжения до первого места разбора воды, как правило, на границе балансовой принадлежности.

7.3. Точки измерений температуры и расхода воды в обратном трубопроводе выбирают

максимально близкими друг к другу на выходе из системы теплоснабжения после последнего места разбора воды, как правило, на границе балансовой принадлежности.

7.4. Точки измерений температуры и давления холодной подпитывающей воды на источнике тепловой энергии выбирают максимально близкими друг к другу на трубопроводе подпитки до места его соединения с обратным трубопроводом.

7.5. Не допускается измерять температуру холодной подпитывающей воды на источнике теплоты после ее предварительного технологического подогрева.

7.6. Измерения потребленной тепловой энергии и параметров воды выполняют не реже одного раза в час.

8. Подготовка к выполнению измерений

Подготовку к выполнению измерений выполняют в соответствии с эксплуатационной документацией на применяемые средства измерений.

9. Выполнение измерений и обработка их результатов

9.1. Определение потребленной тепловой энергии

Потребленную тепловую энергию определяют по формуле:

$$Q_{итог} = G_1(h_1 - h_{хв}) - G_2(h_2 - h_{хв}), \quad (1)$$

где G_1 — масса сетевой воды, прошедшая по подающему трубопроводу;

G_2 — масса сетевой воды, прошедшая по обратному трубопроводу;

h_1 — энтальпия* сетевой воды на выводе подающего трубопровода;

h_2 — энтальпия сетевой воды на выводе обратного трубопровода;

$h_{хв}$ — энтальпия холодной подпитывающей воды на источнике тепловой энергии;

$Q_{итог}$ — итоговая (уточненная) потребленная тепловая энергия.

---

* в настоящей рекомендации под энтальпией понимается удельная тепловая энергия, в Дж/кг.

Так как температуру подпитывающей холодной воды измеряют только на источнике тепловой энергии, формулу (1) применяют в виде:

$$Q_{итог} = G_2(h_1 - h_2) + (G_1 - G_2)(h_1 - h_к) + (G_1 - G_2)(h_к - h_{хв}), \quad (2)$$

где $h_к$ — промежуточная энтальпия холодной воды, устанавливаемая с учетом возможных колебаний реальных значений энтальпии холодной воды в течение года.

$$Q_{1i} = G_2(h_1 - h_2); \quad (3)$$

$$Q_{2ni} = Q_{1i} + (G_1 - G_2)(h_1 - h_к); \quad (4)$$

$$Q_{2дi} = (G_1 - G_2)(h_к - h_{хв}); \quad (5)$$

где Q_{1i} — потребленная тепловая энергия, соответствующая закрытой водяной системе теплоснабжения;

Q_{2ni} — условная потребленная тепловая энергия в открытой водяной системе теплоснабжения, (промежуточный результат);

$Q_{2дi}$ — дополнительная тепловая энергия, обусловленная различием промежуточной и реальной энтальпий холодной подпитывающей воды.

9.2 Определение дополнительной потребленной тепловой энергии за установленный период времени.

Интегральные значения дополнительной потребленной тепловой энергии рассчитывают отдельно за установленный период времени по формуле:

$$Q_{2Д} = \sum_{i=1}^{720}(G_{1i} - G_{2i})(h_к - h_{хв.i}) . \quad (6)$$

Массы сетевой воды измеряют в подающем и обратном трубопроводах у потребителя (на границе балансовой принадлежности).

По результатам измерений температуры и давления холодной воды на источнике тепловой энергии определяют энтальпию с помощью таблиц ГСССД «Плотность, энтальпия и вязкость воды».

Интегральное значение дополнительной потребленной тепловой энергии определяют, как правило, за месяц (720 часов) при условии, что измерения температуры и давления холодной подпитывающей воды с регистрацией результатов измерений выполняют на источнике тепловой энергии один раз в час.

9.3. Определение критерия интерпретации результатов косвенных измерений потребленной тепловой энергии.

Погрешности измерений масс воды в подающем и обратном трубопроводах близки к погрешностям измерений объемов воды, так как погрешность аппроксимации стандартных таблиц плотности пренебрежимо мала по отношению к погрешностям измерений объемов, приведенных в разделе 3 настоящей рекомендации. В связи с этим критерием интерпретации результатов косвенных измерений принимают соотношение

$$(G_1 - G_2)/G_1 \geq 2\% . \quad (7)$$

Если соотношение (7) выполняется, то считают, что теплопотребляющий объект имеет открытую систему теплоснабжения, ему приписывают потребленную тепловую энергию Q_{2ni} и применяют данную методику для определения $Q_{итог}$. Если соотношение (7) не выполняется, теплопотребляющему объекту приписывают потребленную тепловую энергию Q_{1i}, которую относят к закрытой системе теплоснабжения. Критерий (7) позволяет вынести суждение о том, какой системой теплоснабжения (открытой или закрытой) обеспечен теплопотребляющий объект и какую потребленную тепловую энергию следует приписать теплопотребляющему объекту.

9.4. Определение масс сетевой воды

Массы сетевой воды, прошедшие по подающему и обратному трубопроводам, связаны с плотностью ρ и объемом V воды соотношением

$$G = \rho V . \quad (8)$$

Объем воды V измеряют непосредственно в подающем и обратном трубопроводах в течение установленных промежутков времени.

9.5. Вычисление значений плотности и энтальпии воды.

Значения плотности и энтальпии воды вычисляют на основании результатов измерений температуры и давления с помощью таблиц ГСССД "Плотность, энтальпия и вязкость воды".

Табличные значения плотности и энтальпии воды аппроксимируют дробно-рациональными функциями температуры и давления.

Аппроксимирующие зависимости определяют методом наименьших квадратов по достаточно большому количеству табличных значений (порядка тысячи). Погрешность аппроксимации известна для каждого табличного значения плотности и энтальпии.

При вычислении значений плотности и энтальпии горячей воды в подающем и обратном трубопроводах при изменении температуры в пределах от 30 до 150 °С не учитывают зависимость плотности и энтальпии воды от давления, т.к. относительная погрешность аппроксимации при этом не превышает ±0,5%. При вычислении значений плотности и энтальпии холодной подпитывающей воды при изменении температуры в пределах от 0 до 30 °С давление холодной воды в подпитывающем трубопроводе измеряют и зависимость плотности и энтальпии от давления учитывают.

10. Оформление результатов измерений

Результаты измерений оформляют протоколом измерений, который содержит интегральные за установленный период значения следующих величин:

Q_{1i} — потребленной тепловой энергии, соответствующей закрытой системе теплоснабжения;

Q_{2ni} — условной потребленной тепловой энергии в открытой системе теплоснабжения, (промежуточный результат);

$Q_{итог}$ — уточненной ("итоговой") потребленной тепловой энергии.

В протоколе измерений указывают также промежуточное значение температуры холодной подпитывающей воды $t_к$ и средние за месяц значения температуры и давления холодной подпитывающей воды $t_{хв}$ и $P_{хв}$.

gost.e-ecolog.ru