

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.

T88.6

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

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 $t_1 - t_2 \geq 20^{\circ}\text{C}$ и $t_1 - t_{\text{хв}} \geq 40^{\circ}\text{C}$,

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

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

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

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

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

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

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 $\pm 0,3$ °С;

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

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

- потребленной тепловой энергии Q_{11} , соответствующей закрытой системе теплоснабжения, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 2\%$;

- условной потребленной тепловой энергии $Q_{2\text{ни}}$ с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 4\%$ (промежуточный результат);

- уточненной («итоговой») потребленной тепловой энергии $Q_{\text{итог}}$ с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 4\%$ (на основании значений уточненной потребленной тепловой энергии $Q_{\text{итог}}$ 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 $\pm 0,3$ °С;

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

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_{li} — 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:

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

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;

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

$Q_{\text{итог}}$ — 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:

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

где $h_{\text{к}}$ — промежуточная энтальпия холодной воды, устанавливаемая с учетом возможных колебаний реальных значений энтальпии холодной воды в течение года.

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

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

$$Q_{2di} = (G_1 - G_2)(h_{\text{к}} - h_{\text{хв}}); \quad (5)$$

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_{2di} — 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:

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

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 $Q_{2ни}$ 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 $\pm 0,5\%$. 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);
- $Q_{\text{итог}}$ — уточненной ("итоговой") потребленной тепловой энергии.

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