

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  $Q_{1i}$ , соответствующей закрытой системе теплоснабжения, с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 2\%$ ;

- условной потребленной тепловой энергии  $Q_{2ni}$  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;
- $Q_{1i}$  — 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 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  $Q_{2нi}$  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  $\rho$  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);
- $Q_{итог}$  — 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  $P_{хв}$ .