ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА
(ВНИИМ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Энергия тепловая и масса теплоносителя в системах теплоснабжения. Методика выполнения измерений. Основные положения

МИ 2714-2002

Москва

2002

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА: ФГУП «ВНИИМС» Госстандарта России
ГП ВНИИМ им. Д.И.Менделеева Госстандарта России

Исполнители:
Беляев Б.М., канд. техн. наук;
Лисенков А.И., канд. техн. наук, (руководитель темы);
Мишустин В.И., канд. техн. наук;
Кудряшова Ж.Ф., канд. техн. наук;
Лачков В.И.;
Лупей А.Г.;
Малафеев В.А., канд.техн.наук;
Хиж Э.Б.

УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИМС» 5.09.2001 г.
ГП ВНИИМ им.Д.И.Менделеева 5.09.2001 г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП «ВНИИМС» 13.02.2002 г.

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП «ВНИИМС»

Группа Т86.6

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений Энергия тепловая и масса теплоносителя в системах теплоснабжения. Методика выполнения измерений Основные положения	МИ 2714-2002

1 Область применения

Настоящая рекомендация устанавливает основные положения методики выполнения измерений тепловой энергии и массы теплоносителя в системах теплоснабжения.

Положения рекомендации распространяются на измерения тепловой энергии и массы теплоносителя средствами измерений как отечественного, так и зарубежного производства, удовлетворяющими требованиям настоящей рекомендации.

Рекомендация является базовым документом при разработке конкретных методик выполнения измерений тепловой энергии и массы теплоносителя, необходимых при измерениях.

Рекомендацию допускается использовать совместно с руководством по эксплуатации на конкретные средства измерений и(или) технической документацией на конкретные узлы учета, содержащей требования в соответствии с ГОСТ Р 8.563, при условии, что будут выполнены положения рекомендации.

Пояснения применяемых терминов приведены в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие НД:

ГОСТ 8.563.1-97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия.

ГОСТ 8.563.2-97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.

ГОСТ Р 8.563-97 ГСИ. Методики выполнения измерений.

ГОСТ Р 51649-2000 Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия.

РД 50-160-79 Методические указания. Внедрение и применение ГОСТ 8.417-81 "ГСИ. Единицы физических величин."

ГСССД 188-99 Таблицы стандартных справочных данных. Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...1000^{0}С и давлениях 0,001...1000 МПа.

МИ 2412-97 ГСИ. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя.

МИ 2451-98 ГСИ. Паровые системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя.

МИ 2553-99 ГСИ. Энергия тепловая и теплоноситель в системах теплоснабжения. Методика оценивания погрешности измерений. Основные положения.

МИ 2588-2000 ГСИ. Расход и количество жидкостей и газов. Методика выполнения измерений с помощью измерительных комплексов с сужающими устройствами для значений эквивалентной шероховатости $R_ш 10^4/D$ свыше 30.

3 Сокращения и условные обозначения

3.1 В настоящей рекомендации приняты следующие сокращения:

МВИ - методика выполнения измерений тепловой энергии и массы теплоносителя,

НД - нормативная документация.

3.2 В настоящей рекомендации приняты условные обозначения основных величин и их единицы, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Величина	**Условное обозначение**	**Единица измерений**
Тепловая энергия	Q	ГДж (Гкал) [1)]
Тепловая энергия без учета тепловой энергии холодной воды	$Q_и$	ГДж (Гкал)
Тепловая энергия холодной воды	$Q_{хв}$	ГДж (Гкал)
Масса теплоносителя	M	т
Масса теплоносителя, прошедшего по подающему трубопроводу	M_1	т
Масса теплоносителя, прошедшего по обратному трубопроводу	M_2	т
Масса теплоносителя, прошедшего по подпиточному трубопроводу	$M_п$	т
Масса теплоносителя, прошедшего по трубопроводу горячего водоснабжения	$M_{гв}$	т
Объем теплоносителя	G	$м^3$
Массовый расход теплоносителя	m	т/ч
Объемный расход теплоносителя	g	$м^3$/ч
Массовый расход теплоносителя в подающем трубопроводе	m_1	т/ч
Массовый расход теплоносителя в обратном трубопроводе	m_2	т/ч
Массовый расход теплоносителя в подпиточном трубопроводе	$m_п$	т/ч
Массовый расход теплоносителя в трубопроводе горячего водоснабжения	$m_{гв}$	т/ч
Удельная энтальпия теплоносителя	h	кДж/кг
Удельная энтальпия теплоносителя в подающем трубопроводе	h_1	кДж/кг
Удельная энтальпия теплоносителя в обратном трубопроводе	h_2	кДж/кг
Удельная энтальпия холодной воды	$h_{хв}$	кДж/кг
Плотность теплоносителя	ρ [2)]	кг/$м^3$
Переводной коэффициент	K	безразмерный

Примечания:

1. При представлении тепловой энергии в Гкал значения тепловой энергии, выраженные в ГДж, умножают на переводной коэффициент К=4,1868.

2. Плотность теплоносителя определяют по таблицам ГССД 188 как величину, обратно пропорциональную удельному объему, или по МИ 2412 и МИ 2451.

Другие обозначения приведены в тексте.

4 Общие положения

4.1 Измерения тепловой энергии и массы теплоносителя в системах теплоснабжения осуществляют для целей их учета в соответствии с уравнениями измерений, регламентированными в разделе 5 рекомендации.

Измерения осуществляют в системах теплоснабжения в отдельных трубопроводах и(или) на выводах теплообменных контуров источников тепловой энергии и на вводах теплообменных контуров теплопотребляющих установок.

4.2 Измерения тепловой энергии осуществляют с помощью средств измерений (теплосчетчиков, измерительных систем и других средств измерений, в которых реализуют метод косвенных измерений тепловой энергии) на основании результатов прямых или косвенных измерений расхода (объема, массы), температуры, давления (далее – параметров теплоносителя).

4.3 Измерения параметров теплоносителя осуществляют в соответствии с методиками выполнения их измерений с учетом требований, изложенных в настоящей рекомендации. Измерения расхода и количества теплоносителя с применением сужающих устройств осуществляют по ГОСТ 8.563.1,2.

4.4 Тепловая энергия, отпущенная или потребленная открытыми теплообменными контурами систем теплоснабжения, содержит две составляющие:

а) тепловую энергию, обусловленную нагревом и увеличением давления теплоносителя на источнике тепловой энергии (т.е. произведенную на источнике тепловой энергии), $Q_и$;

б) тепловую энергию, содержащуюся в холодной воде, используемой на источнике тепловой энергии для восполнения водоразбора, подпитки и утечек сетевой воды из тепловой сети системы теплоснабжения (т.е. на подпитку источника тепловой энергии), $Q_{хв}$.

4.5 Тепловая энергия, отпущенная или потребленная закрытыми теплообменными контурами систем теплоснабжения, имеет одну составляющую - тепловую энергию, обусловленную нагревом и увеличением давления теплоносителя на источнике тепловой энергии, $Q_и$.

4.6 Настоящая рекомендация содержит основные положения, которые являются базовыми при разработке МВИ для конкретных средств измерений и узлов учета тепловой энергии или МВИ с конкретными средствами измерений тепловой энергии. В этих МВИ приводят сведения о конкретных теплообменных контурах и трубопроводах, на (в) которых осуществляется измерение тепловой энергии, и указывают пределы допускаемых погрешностей измерений (нормы погрешностей измерений).

При суммировании измеренных тепловых энергий на отдельных теплообменных контурах и (или) в отдельных трубопроводах значения тепловой энергии контуров и подающих трубопроводов берут со знаком (+), а обратных трубопроводов - со знаком (-). Например, для паровой теплопотребляющей установки, имеющей несколько подающих паропроводов и один обратный конденсатопровод, все значения тепловой энергии, измеренной в паропроводах, берут со знаком плюс, а значение тепловой энергии, измеренной в конденсатопроводе, - со знаком минус.

4.7 В обоснованных случаях требования в конкретных МВИ могут отличаться от требований, регламентированных в настоящей рекомендации. Эти случаи должны быть подтверждены при аттестации конкретных МВИ.

5 Метод измерений

5.1 Тепловую энергию и массу теплоносителя измеряют в соответствии с МИ 2412 и МИ 2451, уравнения измерений которых (с учетом и без учета тепловой энергии холодной воды, $Q_{хв}$, содержащейся в измеряемой тепловой энергии), приведены в настоящем разделе.

5.2 Измерения тепловой энергии на открытом теплообменном контуре системы теплоснабжения и в любом трубопроводе (или однотрубной системе теплоснабжения) можно проводить по двум вариантам:

а) в виде суммы составляющих ее величин $Q_и$ и $Q_{хв}$ в соответствии с уравнениями измерений

$$Q = Q_и + Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 h_1 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 h_2 d\tau \right], \quad (5.1)$$

$$Q = Q_и + Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_1 d\tau \right], \quad (5.2)$$

$$Q = Q_и + Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_2 d\tau \right], \quad (5.3)$$

$$Q = Q_и + Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_1 d\tau \right], \quad (5.4)$$

$$Q = Q_и + Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_2 d\tau \right], \quad (5.5)$$

$$Q = Q_и + Q_{хв} = \int_{\tau_0}^{\tau_1} mh d\tau \quad \text{(в трубопроводе);} \quad (5.6)$$

б) в виде величины $Q_и$ в соответствии с уравнениями измерений

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 h_1 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 h_2 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_{хв} d\tau \right], \quad (5.7)$$

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_1 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_{хв} d\tau \right], \quad (5.8)$$

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_2 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) h_{хв} d\tau \right], \quad (5.9)$$

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_1 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_{хв} d\tau \right], \quad (5.10)$$

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 (h_1 - h_2) d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_2 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_п) h_{хв} d\tau \right], \quad (5.11)$$

$$Q_и = 10^{-3} \cdot \left[\int_{\tau_0}^{\tau_1} mh d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} m h_{хв} d\tau \right] \text{ (в трубопроводе)}, \quad (5.12)$$

где τ_0 и τ_1 - моменты времени, соответствующие началу (τ_0) и окончанию (τ_1) интервала времени измерений тепловой энергии, ч.

Для источников тепловой энергии формулы (5.4), (5.5) и (5.10), (5.11) применяют при отсутствии утечек теплоносителя и при условии, что можно принять $m_{гв}=0$. Для теплопотребляющих установок формулы (5.4), (5.5) и (5.10), (5.11) применяют при отсутствии утечек теплоносителя.

5.3 Измерения тепловой энергии на закрытом теплообменном контуре системы теплоснабжения в зависимости от измеряемого расхода теплоносителя (m_1 или m_2) проводят в соответствии с уравнениями измерений

$$Q = Q_{и} = 10^{-3} \cdot \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 (h_1 - h_2) d\tau \ , \qquad (5.13)$$

$$Q = Q_{и} = 10^{-3} \cdot \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 (h_1 - h_2) d\tau \ . \qquad (5.14)$$

5.4 Измерения тепловой энергии холодной воды $Q_{хв}$, поступившей в трубопровод или открытый теплообменный контур системы теплоснабжения, проводят в соответствии с уравнением измерений

$$Q_{хв} = 10^{-3} \cdot \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_3 h_{хв} d\tau \ , \qquad (5.15)$$

где

$m_3 = m_1 - m_2$ для теплообменного контура в общем случае (при измерении m_1 и m_2);

$m_3 = m_{п}$ для теплообменного контура источника тепловой энергии при отсутствии в нем утечек теплоносителя и потребления теплоносителя на собственные нужды;

$m_3 = m_{гв} + m_{п}$ для теплообменного контура теплопотребляющей установки при отсутствии в нем утечек теплоносителя;

$m_3 = m$ для любого трубопровода (или однотрубной системы теплоснабжения).

5.5 Измерения массы теплоносителя M, прошедшего по любому трубопроводу, при использовании расходомера в этом трубопроводе проводят в соответствии с уравнением измерений

$$M = \int_{\tau_0}^{\tau_1} m \ d\tau \, . \qquad (5.16)$$

5.6 Измерения массы теплоносителя M, отобранного из теплообменного контура или введенного в теплообменный контур, в зависимости от алгоритмов измерений проводят в соответствии с уравнениями измерений

$$M = M_1 - M_2 = \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_1 d\tau - \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_2 d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_1 - m_2) d\tau \qquad (5.17)$$

в общем случае (при измерении M_1 и M_2 или m_1 и m_2);

$$M = M_{гв} + M_{п} = \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_{гв} d\tau + \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_{п} d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} (m_{гв} + m_{п}) d\tau \qquad (5.18)$$

для теплопотребляющей установки при отсутствии утечек теплоносителя;

$$M = M_{п} = \int_{\tau_0}^{\tau_1} m_{п} d\tau \qquad (5.19)$$

для источника тепловой энергии при отсутствии водоразбора и утечек теплоносителя.

5.7 Массовый расход теплоносителя m в случае измерений объемного расхода теплоносителя g определяют по формуле

$$m = 10^{-3} g\rho \ . \qquad (5.20)$$

5.8 Массу теплоносителя M в случае измерений объема теплоносителя G определяют по формуле

$$M = 10^{-3} G\rho \ . \qquad (5.21)$$

5.9 Тепловую энергию Q и массу M теплоносителя в случае измерений их в виде сумм нарастающим итогом определяют по формулам

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i \ , \qquad (5.22)$$

$$M = \sum_{i=1}^{n} M_i \ , \qquad (5.23)$$

где

Q_i и M_i - тепловая энергия и масса теплоносителя, соответствующая i-му интервалу времени;
n - количество интервалов времени, соответствующее общему интервалу времени измерений тепловой энергии и массы теплоносителя от τ_0 до τ_1.

Возникающую при таких измерениях методическую погрешность указывают в конкретных МВИ или в НД на средства измерений.

5.10 При реализации уравнений измерений (в средствах измерений, узлах учета тепловой энергии и др.) их правые части в соответствии с правилами математики могут быть представлены в виде одного интеграла или одной суммы на интервале времени от τ_0 до τ_1 при условии, что возникающая при этом погрешность будет пренебрежимо мала.

5.11 Критерии отсутствия утечек теплоносителя при использовании уравнений измерений (5.4); (5.5); (5.10); (5.11); (5.13); (5.14) устанавливают в конкретных МВИ, в которых также указывают, каким образом учитывают реально существующие утечки теплоносителя.

6 Средства измерений и требования к их монтажу

6.1 В качестве средств измерений используют счетчики тепловой энергии, счетчики тепла, теплосчетчики (в том числе теплосчетчики по ГОСТ Р 51649), измерительные системы, типы которых внесены в Госреестр средств измерений РФ.

Применяемые в узлах учета систем теплоснабжения средства измерений могут реализовывать уравнения измерений, приведенные в разделе 5, полностью или частично. В последнем случае на узлах учета устанавливают такую совокупность средств измерений,

которая обеспечивает измерения в соответствии с уравнениями измерений, указанными в настоящем разделе.

6.2 Для измерений тепловой энергии на закрытых теплообменных контурах систем теплоснабжения применяют средства измерений, реализующие уравнение измерений (5.13) или (5.14).

6.3 Для измерений тепловой энергии на открытых теплообменных контурах систем теплоснабжения и в отдельных трубопроводах применяют средства измерений или совокупность средств измерений, реализующие, в зависимости от варианта измерений, соответствующее уравнение измерений из (5.1)...(5.12).

6.4 Для измерений массы теплоносителя в системах теплоснабжения применяют средства измерений, реализующие указанное в настоящей рекомендации уравнение измерений (5.16) по каждому трубопроводу, либо средства измерений, реализующие уравнения измерений (5.17)...(5.19).

6.5 Первичные преобразователи, входящие в состав средств измерений, на источнике тепловой энергии устанавливают на его выводе на подающем и обратном трубопроводах на границе их балансовой принадлежности в соответствии со схемой расположения, приведенной в приложении Б на рисунке Б.1.

6.6 Первичные преобразователи, входящие в состав средств измерений, на теплообменном контуре теплопотребляющей установки устанавливают на его вводе на подающем и обратном трубопроводах на границе их балансовой принадлежности в соответствии со схемой расположения, приведенной в приложении Б на рисунках Б.2 и Б.3.

6.7 При измерениях тепловой энергии на открытом теплообменном контуре теплопотребляющей установки в соответствии с уравнениями измерений (5.4); (5.5); (5.10); (5.11) первичные преобразователи средств измерений, предназначенных для измерений расходов теплоносителя в трубопроводе горячего водоснабжения и трубопроводе подпитки, устанавливают в узле учета в соответствии со

схемой расположения, приведенной в приложении Б на рисунке Б.3.

6.8 Первичные преобразователи, которые указаны на рисунках Б.1, Б.2, Б.3 приложения Б и входят в состав конкретных средств измерений (реализующих соответствующие уравнения измерений), приводят в схемах конкретных МВИ с указанием геометрических размеров мест их расположения (α , L_g, $L_т$, $L_п$).

6.9 Средства измерений и(или) другие вспомогательные средства, установленные на узлах учета, обеспечивают регистрацию значений масс (объемов) теплоносителя, тепловой энергии, а при необходимости - температуры, давления теплоносителя. Кроме того измеряется время измерений этих величин, необходимых для выполнения измерений в соответствии с разделом 9 "Выполнение измерений". Интервалы и параметры (например, средние арифметические значения, средние взвешенные значения) указывают в конкретных МВИ.

6.10 Монтаж средств измерений и других вспомогательных средств проводят в соответствии с технической документацией на эти средства.

7 Условия проведения измерений

7.1 Условия проведения измерений соответствуют требованиям, указанным в технической документации на применяемые средства измерений.

7.2 Климатические, механические, электромагнитные условия эксплуатации средств измерений соответствуют условиям применения этих средств.

7.3 Диапазоны измерений применяемых средств измерений соответствуют диапазонам изменений измеряемых величин.

7.4 Погрешности средств измерений соответствуют требованиям, предъявляемым к точности измерений измеряемых величин.

7.5 Электрическое питание средств измерений соответствует требованиям, установленным в технической документации на применяемые средства измерений.

7.6 На средства измерений имеются действующие свидетельства о поверке.

7.7 При выполнении измерений соблюдают правила техники безопасности, указанные в технической документации на применяемые средства измерений и узлы учета.

7.8 В конкретных МВИ приводят требования к безопасности выполняемых работ, требования к квалификации операторов, наличию необходимой НД, оформлению результатов измерений.

8 Подготовка к измерениям

8.1 Перед измерениями проверяют на соответствие требованиям технической документации на применяемые средства измерений:

- прямые участки измерительных трубопроводов (проверку проводят один раз перед пуском в эксплуатацию);
- монтаж соединительных и заборных трубок (проверку проводят один раз перед пуском в эксплуатацию узла учета);
- монтаж средств измерений, в том числе правильность подключения преобразователей температуры (проверку проводят каждый раз перед пуском в эксплуатацию средства измерений);
- условия проведения измерений (проверку проводят не реже одного раза в год).

Кроме того, проверяют: герметичность всех узлов соединений, в которых находится теплоноситель (проверку проводят ежемесячно); надежность контактов электрических соединений (проверку проводят ежегодно); наличие непросроченных свидетельств о поверке на средства измерений (проверку проводят, исходя из межповерочных интервалов).

Допускается по договоренности между заинтересованными сторонами проверки проводить чаще, чем это указано в настоящем пункте.

8.2. Проверяют наличие пломб, соответствие номеров средств измерений их паспортам и свидетельствам о поверке.

8.3. В средства измерений вводят исходные данные, необходимые для их работы (например, цену импульса счетчиков теплоносителя, интервалы регистрации измеряемых величин и др.).

8.4. Пломбируют места подключения соединительных кабелей. Проводят необходимые операции по защите от несанкционированного доступа к местам, указанным в технической документации на применяемые средства измерений.

8.5 Осуществляют все подготовительные операции в соответствии с технической документацией на применяемые средства.

9 Выполнение измерений

9.1 Массу теплоносителя измеряют по каждому трубопроводу в зависимости от используемых схем и уравнений измерений (М, M_1, M_2, $M_{гв}$, $M_п$).

При измерениях массы теплоносителя в соответствии с уравнением измерений (5.17) определяют разницу масс теплоносителя (M_1-M_2), а при измерениях массы теплоносителя в соответствии с уравнением измерений (5.18) определяют сумму масс теплоносителя ($M_{гв}$+$M_п$).

9.2 Измерения тепловой энергии Q на источнике и на теплопотребляющей установке проводят с помощью средств измерений, обеспечивающих непосредственные измерения параметров теплоносителя в соответствии с уравнениями измерений, приведенными в разделе 5.

9.3 Измерения тепловой энергии $Q_и$ на открытых теплообменных контурах теплопотребляющих установок проводят по одному их двух следующих методов.

9.3.1 По первому методу измеряют тепловую энергию Q и массы теплоносителя M_1 и M_2 или разность масс теплоносителя (M_1-M_2) на теплопотребляющей установке. Одновременно с этим на источ-

нике тепловой энергии измеряют (определяют) удельную энтальпию холодной воды $h_{хв}$. Значения тепловой энергии Q, массы теплоносителя M_1 и M_2 или разности масс теплоносителя (M_1-M_2), и удельной энтальпии $h_{хв}$ регистрируют через определенные интервалы времени, например, через 1 час. По зарегистрированным данным определяют тепловую энергию $Q_и$ по формуле

$$Q_и = Q - \sum^{n} (M_{1i} - M_{2i}) h_{хвi} \qquad (9.1)$$

или в случае, когда измеряют разность масс (M_1-M_2), по формуле

$$Q_и = Q - \sum^{n} (M_1 - M_2)_i \cdot h_{хвi} , \qquad (9.2)$$

где Q – зарегистрированная тепловая энергия, соответствующая расчетному интервалу времени (сутки, месяц, квартал и т.д.);
M_{1i} и M_{2i} – зарегистрированные значения масс теплоносителя за i-й интервал времени;
$(M_1-M_2)_i$ – зарегистрированные значения разности масс теплоносителя за i-й интервал времени;
$h_{хвi}$ - зарегистрированные значения удельной энтальпии "холодной" воды за i-й интервал времени;
n – количество интервалов времени, соответствующее расчетному интервалу времени.

В случае применения средств измерений, обеспечивающих измерение тепловой энергии в соответствии с уравнениями (5.7)...(5.11), тепловую энергию $Q_и$ измеряют непосредственно с помощью средств измерений.

9.3.2 По второму методу на теплопотребляющей установке измеряют тепловую энергию $Q_{ик}$ по формуле (5.7)...(5.11) при заданном значении энтальпии холодной воды $h_{хвк}$ и измеряют массы теплоносителя M_1 и M_2 или разность масс теплоносителя (M_1-M_2). Одновременно с этим на источнике тепловой энергии измеряют энтальпию холодной воды $h_{хв}$. Значения тепловой энергии $Q_{ик}$, массы

теплоносителя M_1 и M_2 или разности масс теплоносителя (M_1-M_2), и энтальпии $h_{хв}$ регистрируют через определенные интервалы времени, установленные по согласованию заинтересованных сторон, например, через 1 час. По зарегистрированным данным определяют тепловую энергию $Q_и$ по формуле

$$Q_и = Q_{ик} - \sum^{n}(M_{1i} - M_{2i})(h_{хвi} - h_{хвк}) \qquad (9.3)$$

или в случае, когда измеряют разность масс (M_1-M_2), по формуле

$$Q_и = Q_{ик} - \sum^{n}(M_1 - M_2)_i(h_{хвi} - h_{хвк}), \qquad (9.4)$$

где $Q_{ик}$ – зарегистрированная тепловая энергия, соответствующая расчетному интервалу времени (сутки, месяц, квартал и т.д.);
$h_{хвк}$ – значение удельной энтальпии холодной воды, устанавливаемое (имитируемое) в средствах измерений по согласованию заинтересованных сторон.

9.3.3 В случае измерений масс теплоносителя $M_{гв}$ и $M_п$ или сумм масс теплоносителя ($M_{гв}$+$M_п$) измерения тепловой энергии $Q_и$ осуществляют аналогичным образом. При этом при определении тепловой энергии $Q_и$ в формулах (9.1) и (9.3) разность масс теплоносителя (M_{1i}-M_{2i}) заменяют на сумму масс теплоносителя ($M_{гвi}$+$M_{пi}$), а в формулах (9.2) и (9.4) разность масс теплоносителя $(M_1-M_2)_i$ заменяют на сумму масс теплоносителя $(M_{гв}+M_п)_i$.

9.4 Измерения тепловой энергии теплоносителя, прошедшего по одному подающему трубопроводу, проводят по методам, изложенным в п.п. 9.3.1 и 9.3.2, принимая массу теплоносителя в обратном трубопроводе равной 0.

9.5 Измерения тепловой энергии $Q_и$ на источнике тепловой энергии проводят с помощью средств, реализующих непосредственно уравнение измерений из (5.7)...(5.11). Допускается измерять указанную энергию по методам, изложенным в п.п 9.3.1, 9.3.2 и 9.4.

9.6 Значения тепловой энергии и массы теплоносителя определяют визуально по показаниям средств измерений и(или) считывают автоматически из запоминающих устройств средств измерений и(или) регистрирующих устройств с помощью специальных приборов.

9.7 Конкретную процедуру выполнения измерений тепловой энергии и массы теплоносителя указывают в конкретной МВИ.

10 Оценивание погрешности измерений

10.1 Оценивание погрешности измерений тепловой энергии и массы теплоносителя осуществляют по МИ 2553 для возможных режимов теплоснабжения (расхода, температуры, давления) конкретных узлов учета при доверительной вероятности, близкой к 1 для источников тепловой энергии и близкой к 0,95 или 1 для теплопотребляющих установок. Для теплопотребляющих установок с тепловой нагрузкой более 0,5 Гкал/ч рекомендуется выбирать доверительную вероятность близкой к 1. По согласованию заинтересованных сторон может быть установлено иное значение доверительной вероятности.

10.2 Методические погрешности измерений параметров теплоносителя (расхода, температуры, давления), а также измеряемых величин (массы, объема теплоносителя, тепловой энергии), обусловленные, например, квантованием измеряемых величин, не учитывают при соблюдении требований настоящей рекомендации, принимая их пренебрежимо малыми величинами, если не установлено иное, например, в результате исследований этих погрешностей, а также в случае использования сужающих устройств при измерении расхода теплоносителя. При наличии существенных методических погрешностей измерений их учитывают в конкретных МВИ.

10.3 При использовании сужающих устройств, отвечающих требованиям ГОСТ 8.563.1, МИ 2588, оценивание погрешности измерений по расходу и количеству теплоносителя проводят по ГОСТ 8.563.2, МИ 2588.

10.4 При измерениях тепловой энергии и массы теплоносителя в соответствии с уравнениями (5.1)...(5.18) настоящей рекомендации погрешности измерений тепловой энергии и массы теплоносителя оценивают по МИ 2553. При этом могут применяться соответствующие компьютерные программы, например, "Теплометрика" и др., аттестованные в установленном порядке.

10.5 При измерениях тепловой энергии на теплообменных контурах по методам, указанным в п.9.3, погрешность измерений тепловой энергии оценивают по МИ 2553, принимая погрешности измерений $h_{хвк}+(h_{хвi}-h_{хвк})$ равными погрешностям измерений $h_{хвi}$ и $h_{хв}$.

10.6 Для системы теплоснабжения, имеющей широкие диапазоны изменения параметров теплоносителя (например, кратное изменение расхода теплоносителя от наименьшего до наибольшего значений расхода, указанное в НД на применяемое средство измерений расхода), средневзвешенные погрешности измерений тепловой энергии δ_c и массы теплоносителя $\delta_{мс}$ оценивают в процентах по формулам

$$\delta_c = \frac{\sum_{i=2}^{N} \delta_i Q_i}{\sum_{i=2}^{N} Q_i}, \qquad (10.1)$$

$$\delta_{мс} = \frac{\sum_{i=2}^{N} \delta_{мi} M_i}{\sum_{i=2}^{N} M_i}, \qquad (10.2)$$

где N- количество различных режимов за определенный интервал времени (при этом одни и те же режимы могут неоднократно повторяться);

δ_i и $\delta_{мi}$ - оценки относительных погрешностей измерений тепловой энергии и массы теплоносителя, соответствующие i-му режиму;

Q_i и M_i - тепловая энергия и масса теплоносителя, соответствующие i-му режиму.

10.7 Конкретные формулы для оценивания погрешностей и конкретные оценки погрешностей указывают в конкретной МВИ.

ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАСТОЯЩЕЙ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Тепловая энергия - энергия теплоносителя, связанная с его температурой, давлением и массой, представляющая собой энтальпию теплоносителя, определяемую относительно ее значения, соответствующего условным начальным значениям температуры и давления теплоносителя.

Примечание.

Тепловая энергия прошедшего через трубопровод теплоносителя является величиной, пропорциональной его массе и удельной энтальпии.

При прохождении теплоносителя через теплообменный контур у него изменяется тепловая энергия. Ее изменение равняется разности тепловых энергий - тепловой энергии теплоносителя, прошедшего через подающий трубопровод, и тепловой энергии теплоносителя, прошедшего через обратный трубопровод. В этом случае изменение тепловой энергии является тепловой энергией, которую получает теплообменный контур теплопотребляющей установки или отдает теплообменный контур источника тепловой энергии. В закрытых теплообменных контурах изменение тепловой энергии происходит, в основном, в процессе теплообмена и оно по своему значению практически совпадает с количеством теплоты. В связи с этим, в закрытых водяных системах теплоснабжения, например, на теплопотребляющих установках, часто для учета тепловой энергии вместо нее измеряют количество теплоты путем измерений разности тепловых энергий теплоносителя, прошедшего через подающий и обратный трубопроводы при одном и том же условнопринятом значении давления теплоносителя (в то время, как в этих трубопроводах значения давлений всегда различны). Возникающая при этом методическая погрешность измерений тепловой энергии при незначительной разности температур в подающем и обратном трубопроводах (1-5 ^{0}C) может быть существенной и ее необходимо учитывать при оценивании погрешности измерений тепловой энергии.

2. Удельная энтальпия теплоносителя - энтальпия теплоносителя, приведенная к 1 кг его массы (РД 50-160). В некоторых документах (ГСССД 188, МИ 2412, МИ 2451, МИ 2553 и др.) эту величину называют энтальпией теплоносителя.

3. Теплообменный контур - теплопотребляющая установка (система теплопотребления) , или источник тепловой энергии, или их часть, имеющие один подающий и один обратный трубопроводы, с помощью которых они подсоединены к тепловой сети.

Примечание.

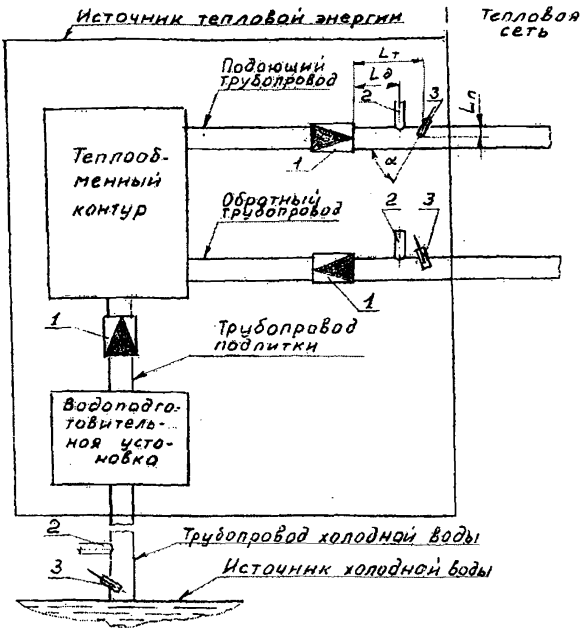
Теплообменные контуры могут быть открытыми и закрытыми. В открытых контурах предусматривают отбор теплоносителя (например, горячее водоснабжение) или образуется отбор теплоносителя (например, вследствие утечек теплоносителя). В закрытых контурах отбор теплоносителя отсутствует или утечка теплоносителя не превышает регламентированной в НД нормы, т.е. разность массовых расходов или масс теплоносителя (за один и тот же интервал времени) в подающем и обратном трубопроводах отсутствует или не превышает значений, установленных в НД.

В качестве закрытого контура по отношению к тепловой сети может рассматриваться, например, система теплопотребления, состоящая из центрального теплового пункта (ЦТП) с теплообменным аппаратом пластинчатого типа, к которому подключены несколько жилых помещений по четырем трубопроводам, по двум из которых обеспечивается горячее водоснабжение, а по двум другим - отопление. Если же в этой системе рассматривать только систему теплопотребления самих жилых помещений, то в ней следует выделить два теплообменных контура: один открытый - система горячего водоснабжения, другой закрытый - система отопления.

Вопрос об отнесении систем теплопотребления, источников тепловой энергии или их частей к закрытым или открытым теплообменным контурам должен решаться при разработке конкретных МВИ.

Схемы расположения первичных преобразователей

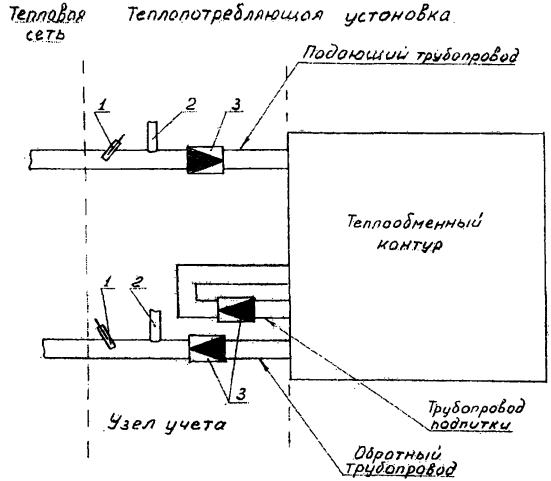
Б.1 Схема расположения первичных преобразователей на источнике тепловой энергии



1-преобразователь расхода
2-соединительная трубка преобразователя давления
3-преобразователь температуры
Lд-расстояние между преобразователями расхода и давления
Lт-расстояние между преобразователями расхода и температуры
Lп-глубина погружения преобразователя температуры
α-угол наклона преобразователя температуры.

Рисунок Б.1

Б.2. Схема расположения первичных преобразователей на теплопотребляющей установке

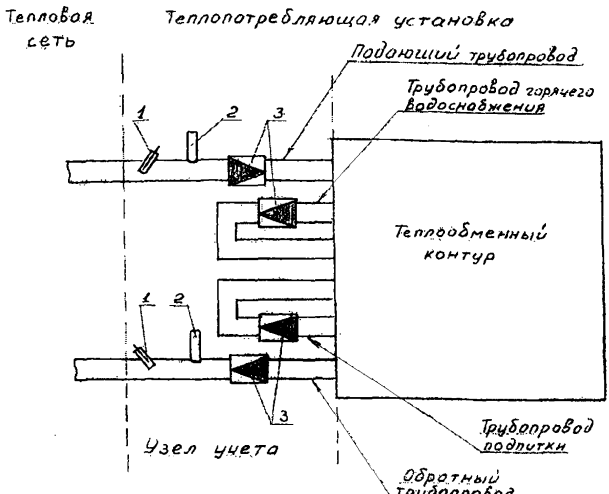


1 - преобразователь температуры
2 - соединительная трубка преобразователя давления
3 - преобразователь расхода

Примечание. Параметры расположения преобразователей (α, $L_д$, $L_т$, $L_п$) указаны на рисунке Б.1

Рисунок Б.2

Б.3 Схема расположения первичных преобразователей на теплопотребляющей установке, содержащей расходомеры горячего водоснабжения и подпитки



1 - преобразователь температуры
2 - соединительная трубка преобразователя давления
3 - преобразователь расхода

Примечание. Параметры расположения преобразователей (α, $L_д$, $L_т$, $L_п$) указаны на рисунке Б.1

Рисунок Б.3

gost.e-ecolog.ru