

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ФГУП «УНИИМ»



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФГУП «УНИИМ»

Добровинский И.Е

«22»

09

2004 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики «КАРАТ-Компакт»

Методика поверки

МП 48-221-2004

Екатеринбург
2004

Предисловие

- 1 Разработана: Федеральным государственным унитарным предприятием Уральский научно-исследовательский институт метрологии (ФГУП «УНИИМ»).
- 2 Исполнитель: Казанцев В.В., к.х.н., зав. лабораторией ФГУП «УНИИМ».
- 3 Утверждена: ФГУП «УНИИМ» «22» сентября 2004 г.
- 4 Введена впервые.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Операции поверки	2
4 Средства поверки	2
5 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей...	3
6 Условия поверки	3
7 Подготовка к поверке.....	3
8 Проведение поверки	3
9 Оформление результатов поверки	9
Приложение А. Форма протокола поверки.....	10

Государственная система обеспечения единства измерений Теплосчетчики «КАРАТ-Компакт» Методика поверки	МП 48-221-2004
---	----------------

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на теплосчетчики «КАРАТ-Компакт» (в дальнейшем – теплосчетчики), изготавливаемые по ТУ 4218-006-32277111-2004, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Теплосчетчики «КАРАТ-Компакт» выполнены в виде отдельных блоков, включающих в себя коаксиальный преобразователь расхода, тепловычислитель и комплект измерительных преобразователей температуры, состоящих из платиновых термопреобразователей сопротивления Pt 500 и Pt' 500 по ГОСТ 6651-64.

1.3 Межповерочный интервал – 5 года.

1.4 При разработке методики учтены требования МИ 2573-2000.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на нормативные документы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение	Наименование
ГОСТ 6651-94	Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.
ГОСТ 12.2.007.0- 75	ССБТ Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ПР 50.2.006-94	ГСИ Порядок проведения поверки средств измерений.
ГОСТ 8.461-82	ГСИ. Термопреобразователи сопротивления. Методика поверки.
ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00	Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
МИ 2573-2000	ГСИ. Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Методика поверки. Общие положения.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Пункт методики поверки	Обязательность проведения при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	8.1	+	+
2. Опробование	8.2	+	+
3. Проверка герметичности и прочности	8.3	+	+
4. Определение относительной погрешности хода встроенных часов	8.4	+	+
5. Определение абсолютной погрешности при измерении температуры теплоносителя	8.5	+	+
6. Определение относительной погрешности при измерении объема теплоносителя	8.6	+	+
7. Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты	8.7	+	+

Примечание: знак «+» обозначает, что соответствующую операцию поверки проводят.

3.2 Если при выполнении хотя бы одной из операций по 3.1 будет установлено несоответствие теплосчетчика установленным требованиям, поверка приостанавливается, теплосчетчик бракуется и направляется изготовителю для устранения неисправностей.

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При поверке необходимо использовать средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование и тип средства измерения	Основные характеристики	Кол-во
Стенд для гидроиспытаний	Давление не менее 1,6 МПа.	1
Установка расходомерная поверочная ПРУ-300	Диапазон расходов от 0 до 5,0 м ³ /ч. Относительная погрешность не более 0,33 %.	1
Термостат паровой ТП 5	Погрешность воспроизведения температуры кипения воды не более $\pm 0,03$ °С.	1
Термостат нулевой ТН	Погрешность воспроизведения температуры плавления льда не более $\pm 0,02$ °С.	1
Термостат U10	Диапазон воспроизводимых значений температуры от 0 до 100 °С. Погрешность регулирования $\pm 0,02$ °С.	1
Термометр ТР-11	Диапазон измерения от 0 до 155 °С, цена деления 0,02 °С.	1
Радиоприемник	3 класс	1
Секундомер СМ-60	Диапазон 10-60 мин. Цена деления 0,2 с.	1
Магазин сопротивлений Р4831	Диапазон измерений (0,002-11111,0) Ом ступенями по 0,01 Ом, класс точности 0,02	2
Барометр-анероид БАММ-1	(600-800) мм рт. ст., цена деления 1 мм рт. ст.	1
Психрометр Августа	Диапазон (30-95) %, цена деления 1 %.	1

4.2 Допускается применение средств поверки, отличающихся от приведенных в таблице 3, имеющих метрологические характеристики не хуже указанных.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 При работе с теплосчётчиками опасными производственными факторами является теплоноситель, находящийся под давлением до 1,6 МПа при температуре до 130 °С.

5.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.2.007.0, ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, «Правила эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей» и специальные требования безопасности, установленные в документации на СИ из состава теплосчетчика.

5.3 К поверке теплосчетчиков допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководство по эксплуатации теплосчетчиков и средств поверки и аттестованные в качестве поверителей в соответствии с ПР 50.2.012.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки теплосчётчиков необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют подготовительные работы в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации теплосчетчика РЭ 4218-006-32277111-2004 и эксплуатационных документов на средства поверки.

Перед поверкой теплосчетчики выдерживают в условиях по 6 не менее 2 часов.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

-соответствие комплектности теплосчетчика требованиям паспорта ПС 4218-006-32277111-2004;

-отсутствие видимых механических повреждений в виде сколов, царапин и вмятин, а также следов коррозии материалов, из которых изготовлен теплосчетчик;

- соответствие маркировки и ее качества требованиям РЭ 4218-006-32277111-2004 и ПС 4218-006-32277111-2004;

- наличие и целостность пломб изготовителя, других клейм и пломб, предусмотренных в технической документации на теплосчетчик.

8.2 Опробование.

Установить теплосчетчик в контур поверочной установки.

Установить расход через теплосчетчик, соответствующий 0,5 максимального. Вызвать индикацию состояния теплосчетчика. Убедиться, что теплосчетчик не выдает на индикатор информацию о нерегламентной работе. Через 10-15 мин перекрыть расход.

Теплосчетчик считается прошедшим опробование, если показания расхода на индикаторе при подаче расхода увеличиваются, а при перекрытии расхода - уменьшаются.

8.3 Проверка герметичности и прочности

Проверку герметичности и прочности проводят на стенде для гидроиспытаний.

Теплосчетчик подсоединяют к гидросистеме стенда, выходной патрубком герметично закрывают заглушкой. Заполняют теплосчетчик водой от гидросистемы стенда таким образом, чтобы было обеспечено полное вытеснение воздуха из его проточной части.

В проточной части теплосчетчика создают давление 1,6 МПа (давление повышают плавно в течение 1 мин).

Выдерживают испытательное давление в течение 15 мин, затем плавно снимают.

Результаты проверки считают положительными, если в течение 15 мин не наблюдаются микротечи, каплеотделения, а также не обнаружено повреждений теплосчетчика.

8.4 Определение относительной погрешности хода встроенных часов

8.4.1 Настроить радиоприемник на радиостанцию «Маяк».

8.4.2 Включить теплосчетчик и вызвать на табло индикации значения часов и минут текущего времени.

8.4.3 Записать показания табло индикации теплосчетчика (ч, мин) с начала шестого радиосигнала службы точного времени.

8.4.4 Через 24 часа записать показания табло индикации теплосчетчика с начала шестого радиосигнала службы точного времени (ч, мин).

8.4.5 Рассчитать относительную погрешность хода встроенных часов теплосчетчика по формуле

$$\delta_d = \frac{\tau_c - 86400}{86400} 100 \% , \quad (1)$$

где τ_c – интервал времени, измеренный встроенными часами теплосчетчика, с.

8.4.6 Относительная погрешность хода встроенных часов должна быть не более $\pm 0,1 \%$.

8.5 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры теплоносителя

8.5.1 Включить теплосчетчик и вызвать на табло индикации значения температуры.

8.5.2 Подключить к теплосчетчику оптосчетывающую головку.

8.5.3 Поместить оба термопреобразователя в нулевой термостат U10, задать температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и после 30 мин выдержки при заданной температуре зарегистрировать значение температуры в каждом из каналов измерения температуры теплоносителя в соответствии с руководством по эксплуатации.

Измерение температуры в термостате производить с помощью термометра ТЛ-4.

Число отсчетов температуры с помощью термометра ТЛ-4 и теплосчетчика в каждом канале должно быть не менее 4.

Задать температуру в термостате $60 \text{ }^\circ\text{C}$ и после 30 мин выдержки при заданной температуре зарегистрировать значение температуры на табло теплосчетчика в каждом из каналов измерения температуры теплоносителя в соответствии с руководством по эксплуатации.

Число отсчетов температуры в каждом канале должно быть не менее 4.

8.5.4 Поместить оба термопреобразователя в паровой термостат и после 30 мин выдержки зарегистрировать значение температуры на табло теплосчетчика в каждом из каналов измерения температуры теплоносителя в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.5.5 С помощью программы отображения измерительной информации на ПЭВМ «PcReadS1» снять показания с оптосчетывающей головкой в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.5.6 Рассчитать абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении температуры в каждой из точек в каждом из каналов по формуле

$$\Delta t = \bar{t}_{\text{ТСi}} - t_{\text{T}} , \quad (2)$$

где $\bar{t}_{\text{ТСi}}$ - среднее арифметическое значение результатов измерения температуры, зарегистрированных теплосчетчиком, $^\circ\text{C}$;

t_{T} - значение температуры, воспроизводимое термостатом, $^\circ\text{C}$.

8.5.7 Абсолютная погрешность теплосчетчика в каждом из каналов при измерении температуры должна быть не более:

$\pm 0,4$ при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,6$ при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\pm 0,8$ при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

8.6 Определение относительной погрешности при измерении объема теплоносителя

8.6.1 Теплосчетчик смонтировать на расходомерной установке в соответствии с руководством по эксплуатации

8.6.2 Термопреобразователи сопротивления поместить в термостаты. Задать разность температур в соответствии с таблицей 4. Термопреобразователь сопротивления из канала 1 поместить в паровой термостат, из канала 2 - в водяной.

8.6.3 С помощью термостатов задать разность температур $3 \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Контроль температуры в термостатах производить с помощью ртутного термометра ТР-11.

Таблица 4

Номер позиции	Заданные значения температуры в термостатах, $^{\circ}\text{C}$	
	Канал 1	Канал 2
1	100	97
2	100	90
3	100	80

ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается разность температур задавать с помощью магазинов сопротивления, при этом термопреобразователи сопротивления должны быть демонтированы из теплосчетчика. Разность температур имитировать с помощью магазинов сопротивления, подавая на вход измерительных каналов температуры сопротивления в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Значение температуры, $^{\circ}\text{C}$		Значение сопротивления, задаваемое магазином сопротивления, Ом			
Канал 1	Канал 2	Канал 1		Канал 2	
		$W_{100} = 1,3850$	$W_{100} = 1,3910$	$W_{100} = 1,3850$	$W_{100} = 1,3910$
100	97	692,55	695,55	686,85	689,75
100	90	692,55	695,55	673,55	676,25
100	80	692,55	695,55	654,5	656,9

8.6.4 С помощью расходомерной установки задать расход теплоносителя через теплосчетчик соответствующий (0,9-1,0) максимального расхода (G_B).

8.6.5 Через 10 мин после подачи теплоносителя через теплосчетчик с помощью секундомера зарегистрировать время начала измерений. Одновременно зарегистрировать показания объема на индикаторе теплосчетчика.

Через каждые 0,5 ч регистрировать показания расходомерной установки и показания теплосчетчика (температура и тепловая мощность теплоносителя).

8.6.6 Через интервал времени τ не менее 6 ч остановить секундомер и перекрыть расход теплоносителя через теплосчетчик.

С помощью оптическияющей головки снять показания объема теплоносителя, прошедшего через теплосчетчик, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.6.7 По показаниям образцового расходомера рассчитать объем теплоносителя, прошедшего через теплосчетчик за интервал времени τ , по формуле

$$V_o = \frac{\sum_{i=1}^N F_i}{N} \cdot \tau, \quad (3)$$

где V_o - объем теплоносителя прошедший через теплосчетчик по показаниям образцового расходомера, м^3 ;

F_i – объемный расход в i -й интервал времени, $\text{м}^3/\text{ч}$;

N – число измерений, зарегистрированных по показаниям образцового расходомера;

τ – интервал времени, в течение которого производилось измерение объема, ч.

8.6.8 Рассчитать относительную погрешность теплосчетчика при измерении объема теплоносителя по формуле

$$\delta_v = \frac{V_{\text{тс}} - V_o}{V_o} 100\%, \quad (4)$$

где $V_{\text{тс}}$ – объем теплоносителя, зарегистрированный теплосчетчиком, м^3 .

8.6.9 Операции по 8.6.5-8.6.8 повторить при разности температур 10 ± 3 °С и расходе теплоносителя через теплосчетчик соответствующим (0,4-0,6) $G_{\text{в}}$.

Интервал времени измерений должен быть не менее 12 ч.

8.6.10 Операции по 8.6.5-8.6.8 повторить при разности температур 20 ± 3 °С и расходе теплоносителя через теплосчетчик соответствующим (0,1-0,2) $G_{\text{в}}$.

Интервал времени измерений должен быть не менее 24 ч.

8.6.11 Относительная погрешность теплосчетчика при измерении объема теплоносителя

ля при каждом из расходов и заданной разности температур должна быть не более $\pm 2\%$.

8.7 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении количества теплоты.

8.7.1 Используя результаты измерений тепловой мощности, полученные при выполнении операций по 8.6, рассчитать относительную погрешность теплосчетчика при измерении количества теплоты по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q_{mc} - Q_p}{Q_p} 100\%, \quad (5)$$

где Q_{mc} – результат измерения количества теплоты теплосчетчиком за интервал времени τ , МВт·ч, который рассчитывается по формуле

$$Q_{tc} = \frac{1}{n} \sum W_i \tau, \quad (6)$$

где W_i – i -результат измерения тепловой мощности, кВт;

n – число отсчетов тепловой мощности, которых должно быть не менее 5 и которые должны быть равномерно распределены в течение интервала времени τ .

Q_p – значение количества теплоты, рассчитанное по формуле

$$Q_p = K \cdot V_o \cdot \rho (h_1 - h_2), \quad (7)$$

где ρ – плотность теплоносителя при температуре t в канале 1 и давлении 1, 6 МПа, кг/м³ (берется из ГСССД 2-89);

h_1 и h_2 – значения энтальпий теплоносителя при температуре теплоносителя в канале 1 и 2 соответственно, кДж/кг (берется из ГСССД 98-86);

$K = 0,278 \cdot 10^{-6}$ – коэффициент перевода единицы количества теплоты кДж в МВт;

$K = 0,239 \cdot 10^{-6}$ – коэффициент перевода единицы количества теплоты кДж в Гкал.

8.7.2 Расчет по 8.7.1 провести для каждой из разности температур и каждом из заданных расходов.

8.7.3 В том случае, если разность температур имитировалась с помощью магазинов сопротивлений, относительную погрешность при измерении количества теплоты рассчитать по формуле

$$\delta_Q = 1,1 \sqrt{\delta_{Q_m}^2 + \delta_{\Delta t}^2}, \quad (7)$$

где δ_{Q_m} – относительная погрешность при измерении количества теплоты, рассчитанная по формуле (5), когда разность температур теплоносителя задана с по-

мощью магазинов сопротивления, %;

$\delta_{\Delta t}$ - относительная погрешность при измерении разности температур теплоносителя, %, которая рассчитывается по формуле

$$\delta_{\Delta t} = \frac{\Delta t_{mc} - \Delta t_T}{\Delta t_T} 100 \%, \quad (8)$$

где Δt_{mc} - разность температур теплоносителя, зарегистрированная теплосчетчиком, при задании разности температур в соответствии с таблицей 4, °С;

Δt_T - разность температур, заданная термостатами, °С.

ПРИМЕЧАНИЕ. Определение относительной погрешности при измерении разности температур теплоносителя допускается совмещать с операцией 8.5 по определению погрешности при измерении температуры теплоносителя.

8.7.4 Относительная погрешность теплосчетчика при измерении количества теплоты должна быть не более $\pm(2+12/\Delta t + 0,01 \cdot G_b/G)$, где G и G_b – значения расхода теплоносителя и его наибольшее значение в подающем трубопроводе, Δt - разность температур, °С.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А.

9.2 При положительных результатах первичной поверки теплосчетчика делают отметку в паспорте на теплосчетчик с указанием даты поверки, нанесением оттиска поверительного клейма в соответствии с ПР 50.2.007 и подписи поверителя.

9.3 При положительных результатах периодической поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

9.4 При отрицательных результатах периодической поверки теплосчетчик признают непригодным к применению, свидетельство о поверке и запись в паспорте на теплосчетчик о предыдущей поверке аннулируют, выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006 и делают соответствующую запись в паспорте на теплосчетчик.

Зав. лабораторией ФГУП УНИИМ

В.В. Казанцев

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки теплосчетчика «КАРАТ-Компакт»

ПРОТОКОЛ №

1. Теплосчетчик «КАРАТ-Компакт» зав.№ _____ года выпуска.

2. Принадлежит _____

3. Средства поверки:

-
-
-

4. Условия поверки:

- температура

- атмосферное давление

- влажность

5. Внешний осмотр

6. Опробование

7 Проверка герметичности и прочности

Давление теплоносителя 1,6 МПа.

Наличие или отсутствие течи, подтекания воды.

8 Определение относительной погрешности хода встроенных часов

Таблица А1

Дата, время, (ч, мин, с)	Заданный интервал времени, с	Интервал времени, зарегистрированный, встроенными часами теплосчетчика, с	Абс. погрешность при измерении интервала времени, с	Отн. погрешность при измерении интервала времени, %

9. Определение абсолютной погрешности при измерении температуры теплоносителя

Таблица А 2

Заданное значение температуры термомостатом, °С	Результаты измерения температуры теплосчетчиком, °С в канале:		Абс. погрешность теплосчетчика при измерении температуры, °С в канале:		Пределы допускаемой абсолютной погрешности теплосчетчика при измерении температуры, °С
	1	2	1	2	
					±0,3
					±0,8

10 Определение относительной погрешности при измерении объема теплоносителя

Таблица А3

Результаты измерения расхода образцовым расходомером, м ³ /ч	Интервал времени, в течение которого проводился пролив теплосчетчика, ч	Объем теплоносителя, по результатам измерения расхода образцовым расходомером, м ³	Объем теплоносителя, зарегистрированный теплосчетчиком, м ³	Отн. погрешность при измерении объема теплоносителя, м ³

11 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты

11.1 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты теплосчетчиком с использованием термостатов

Таблица А4

Значение объема, м ³	Заданное значение температуры, °С, в канале:		Расчетное значение количества теплоты, МВт ч	Результаты измерений тепловой мощности, кВт	Время пролива, ч	Результат измерения количества теплоты теплосчетчиком, МВт ч	Отн. погрешность при измерении количества теплоты, %
	1	2					

11.2 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты теплосчетчиком с использованием имитации температуры теплоносителя с помощью магазинов сопротивления

Таблица А 5

Значение объема, м ³ (время пролива, ч)	Значение температуры, соответствующее заданному сопротивлению, °С, в канале:		Расчетное значение количества теплоты, МВт ч	Значение разности температур, °С :		Отн. погрешность при измерении разности температур, %	Результаты измерений тепловой мощности, кВт	Результат измерения количества теплоты теплосчетчиком, МВт ч	Отн. погрешность при измерении количества теплоты, %
	1	2		заданное	измеренное				

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Выводы:

- теплосчетчик прошел поверку с положительным (отрицательным) результатом;
- на основании положительных результатов поверки сделана запись в паспорте (оформлено свидетельство о поверке №);
- (на основании отрицательных результатов поверки оформлено извещение о непригодности №).

Дата поверки

Поверитель

_____.
Подпись

_____.
ФИО