

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Кемеровский ЦСМ»

В.В. Гринцев

« 22 »

2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию

ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

« 22 »

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики-регистраторы МАГИКА-2

Методика поверки

МП 0837-1-2018

Начальник НИО-1

Р.А. Корнеев

тел. отдела: (843) 272-12-02

г. Казань

2018

Настоящая инструкция распространяется на теплосчетчики-регистраторы МАГИКА-2 (далее – теплосчетчики), предназначены для измерений и регистрации количества теплоты, объемного и массового расходов жидкости, объема и массы жидкости в потоке, температуры, разницы температур, избыточного давления жидкости (теплоносителя) в системах теплоснабжения и водоснабжения, и устанавливает методику и последовательность ее первичной и периодической поверок.

Средства измерений объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке, температуры и давления измеряемой среды, входящие в состав теплосчетчика, должны иметь действующее свидетельство о поверке.

Интервал между поверками теплосчетчика – 4 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПО ПОВЕРКЕ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (п.6.1);
- опробование (п.6.2);
- подтверждение соответствия программного обеспечения теплосчетчика (п.6.3).
- определение метрологических характеристик (п.6.4).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 07 февраля 2018 г. № 256 с необходимым диапазоном воспроизведения объемного расхода жидкости;

– рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления, утвержденной приказом Росстандарта от 15 февраля 2016 г. № 146, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,3 \%$;

– рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А по ГОСТ 8.022-91;

– рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621.

– рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры по ГОСТ 8.558-2009 с входящим в состав термостатом в диапазоне значений от 10 до 150 °С.

– генератор частоты в диапазоне значений от 0,001 до 10 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01 \%$.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и теплосчетчика, приведенных в их эксплуатационных документах.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации теплосчетчика и средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда с параметрами:

- температура окружающей среды, °С (20 ± 10)
- относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 107

Измеряемая среда - вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001 с параметрами:

- температура измеряемой жидкости, °С (20 ± 10)
- давление, МПа, не более 1,6
- изменение температуры измеряемой среды в процессе одного измерения, °С, не более ± 0,5
- изменение давления измеряемой среды в процессе измерения, МПа, не более ± 0,1

Попадание воздуха в измерительный участок установки для определения метрологических характеристик средств измерения расхода и объема жидкости в потоке из состава теплосчетчика, не допускается.

4.2 Средства измерений объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке (кроме первичных преобразователей расхода в комплекте с регистратором расхода), температуры и давления измеряемой среды, входящие в состав теплосчетчика, должны иметь действующее свидетельство о поверке и/или отметки о поверке в паспортах.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий п.2 – п.4 настоящей инструкции;
- подготовка к работе теплосчетчика и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель поверочной жидкости, а также отсутствует падение давления по манометру (преобразователю давления);
- удаление воздуха из гидравлической системы установки поверочной.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие теплосчетчика следующим требованиям:

- проверка соответствия комплектности требованиям эксплуатационной документации;
- проверка соответствия заводских номеров составных частей теплосчетчика паспорту теплосчетчика;
- проверка наличия действующих свидетельств о поверке и/или отметок о поверке в паспортах составных частей теплосчетчика.

6.2 Опробование

При опробовании определяют работоспособность измерительных каналов теплосчетчика в соответствии с эксплуатационными документами на теплосчетчик. Результаты опробования заносят в протокол поверки.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения СИ

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным. Для этого необходимо зайти в меню вычислителя теплосчетчика, перейти в раздел «Установка, далее в «Версии», на экране вычислителя теплосчетчика отобразится наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор программного обеспечения (далее – ПО).

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения теплосчетчика (наименование, номер версии и цифровой идентификатор ПО) соответствует идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа на теплосчетчики-регистраторы МАГИКА-2.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение погрешности средства измерения расхода жидкости и объема жидкости в потоке входящего в состав теплосчетчика. (данный пункт поверки выполняется если в состав теплосчетчика входит средство измерения не утвержденного типа – первичный преобразователь расхода в комплекте с регистратором расхода ООО «ВТК Прибор» г. Киров).

Для определения погрешности средства измерения расхода и объема жидкости в потоке необходимо произвести подключение его к вычислителю (подключение к каналам производить согласно принципиальной электрической схемы, указанной в руководстве по эксплуатации на теплосчетчик). Относительная погрешность определяется по результатам сличения показаний теплосчетчика (показания считываются с помощью программы RSmon) и показаний эталона при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода.

Относительную погрешность при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода определяют на следующих точках расхода, м³/ч: $Q_{\text{наим.}}$, $0,1 \cdot Q_{\text{наиб.}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб.}}$, $0,95 \cdot Q_{\text{наиб.}}$.

Расход задается с точностью $\pm 5\%$. При каждом значении расхода проводят не менее 5 измерений. Время измерения не менее 100 с.

Относительную погрешность при измерении объема, δ_v , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_v = \left(\frac{V_p - V_{\text{э}}}{V_{\text{э}}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где V_p – объем по показаниям теплосчетчика, дм³;

$V_{\text{э}}$ – объем по показаниям эталона, дм³.

Относительную погрешность при измерении объемного расхода приравнивают к относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке.

Результаты поверки считаются положительными если погрешность средства измерения расхода и объема жидкости в потоке входящего в состав теплосчетчика при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода не превышает $\pm 2\%$.

6.4.2 Определение погрешности теплосчетчика при измерении температуры.

Для определения погрешности теплосчетчика при измерении температуры необходимо произвести подключение эталона, воспроизводящее единицу электрического сопротивления, к вычислителю (подключение к каналам производить согласно принципиальной электрической схемы, указанной в руководстве по эксплуатации на теплосчетчик). Погрешность канала измерения температуры определяется по результатам сличения температур, имитируемых при помощи эталона сопротивления (имитируется сопротивление пропорциональное температуре) с показаниями температур теплосчетчика (показания считываются с помощью программы RSmon). Погрешность теплосчетчика при измерении температуры определяется расчетным путем в соответствии с формулой 3.

Абсолютную погрешность каналов измерения температуры теплосчетчиков определяется при следующих значениях имитируемых температур: 5, 40, 80, 120, 160 °С (допустимое отклонение от заданных значений температуры $\pm 0,5$ °С).

Количество измерений должно быть не менее пяти в каждой точке значений имитируемой температуры.

Абсолютную погрешность для каждого канала измерения температуры теплосчетчика, $\delta_{T_{ji}}$, °С, вычисляют по формуле:

$$\delta_{T_{ji}} = T_{ji} - T_{э_{ji}}, \quad (2)$$

где T_{ji} – температура, измеренная теплосчетчиком, °С;

$T_{э_{ji}}$ – температура по показаниям эталона, °С.

Абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении температуры, δ_i , °С, вычисляют по формуле:

$$\delta_i = |\delta_{T_{ji}} + \delta_{\text{дат}T}|, \quad (3)$$

где $\delta_{\text{дат}T}$ – абсолютная погрешность средства измерения температуры, (указана в описании типа на датчик температуры), входящая в состав теплосчетчика, °С;

Результаты поверки считаются положительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности не превышает значений, равные $\pm (0,3+0,004 \cdot |t|)$.

где t – измеренное значение температуры, °С.

6.4.3 Определение погрешности теплосчетчика при измерении разности температур.

Для определения погрешности теплосчетчика при измерении разности температур необходимо произвести подключение средств измерения температуры к вычислителю (подключение к каналам производить согласно принципиальной электрической схемы, указанной в руководстве по эксплуатации на теплосчетчик). Погрешность определяется по результатам разности температуры заданных при помощи термостатов и контролируемых показаниям эталонов температур и показаниям температур теплосчетчика (показания считываются с помощью программы RSmon).

Относительную погрешность измерения разности температур определяется в точках, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

№ точки	$t_{д1}$, °С	$t_{д2}$, °С	Δt , °С
1	13	10	3
2	50	40	10
3	90	60	30
4	100	30	70
5	150	10	140

Глубина погружения испытуемого датчика должна составлять от 90 % до 99 % всей его длины.

После выхода термостата на соответствующую температуру, необходимо поместить эталон температуры в термостат и сравнивать с показаниями, измеренные теплосчетчиком.

Количество измерений должно быть не менее трех в каждой точке значений температуры.

Относительную погрешность измерения разности температур, $\delta_{\Delta t}$, %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Delta t} = \left(\frac{\Delta t_{\text{изм}} - \Delta t_{\text{эм}}}{\Delta t_{\text{эм}}} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где $\Delta t_{изм}$ – значение разности температуры по показаниям теплосчётчика °С;

$\Delta t_{эт}$ – значение разности температуры по показаниям эталона °С.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность измерения разности температур не превышает значений, равные $\pm (0,5+3 \cdot (\Delta t_{мин}/\Delta t))$, %.

где $\Delta t_{мин}$ – наименьшая разность температуры, °С;

Δt – измеренное значение разности температуры, °С;

6.4.4 Определение погрешности теплосчетчика при измерении давления

Для определения погрешности теплосчетчика при измерении давления необходимо произвести подключение последовательно эталона, измеряющего единицу силы постоянного электрического тока и эталона, воспроизводящее единицу электрического сопротивления, к вычислителю (подключение к каналам производить согласно принципиальной электрической схемы, указанной в руководстве по эксплуатации на теплосчетчик). Погрешность канала измерения давления определяется по результатам сличения давления, имитируемого при помощи эталона сопротивления, и измеряемым эталоном единицы силы постоянного электрического тока (изменяя значение сопротивления, задается ток, который пропорционален давлению) с показаниями давления теплосчетчика (показания считываются с помощью программы RSmon).

Относительную погрешность определяют на следующих точках давления, МПа:

$0,1P_{наиб}$; $0,25P_{наиб}$; $0,5P_{наиб}$; $0,75P_{наиб}$; $0,9P_{наиб}$.

Количество измерений должно быть не менее пяти в каждой точке значений давления.

Приведенную погрешность каналов измерения давления теплосчетчика, δ_p , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_p = \left(\frac{P_{изм} - P_{эт}}{P_{наиб} - P_{наим}} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

где $P_{изм}$ – значение давления, измеренное теплосчетчиком, МПа;

$P_{эт}$ – значение давления, измеренное эталоном, МПа;

$P_{наиб}$ – верхний предел измерения давления входящий в состав теплосчетчика, МПа;

$P_{наим}$ – нижний предел измерения давления входящий в состав теплосчетчика, МПа.

Приведенная погрешность теплосчетчика при измерении давления, δ_p , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_p = |\delta_p + \delta_{датP}|, \quad (6)$$

где $\delta_{датP}$ – приведенная погрешность средства измерения давления, (указана в описании типа на датчик давления, входящий в состав теплосчетчика.)

Результаты поверки теплосчетчика при измерении давления, считаются положительными, если приведенная погрешность при измерении давления не превышает $\pm 0,6$; $\pm 1,1$; $\pm 1,6$ % (в зависимости от входящих в состав средств измерений).

6.4.5 Определение погрешности вычислителя теплосчетчика при вычислении количества теплоты.

Для определения погрешности вычислителя теплосчетчика при вычислении количества теплоты необходимо произвести подключение эталона, воспроизводящее единицу электрического сопротивления, генератора частоты и эталона воспроизводящее единицу силы постоянного электрического тока (подключение к каналам производить согласно принципиальной электрической схемы, указанной в руководстве по эксплуатации на теплосчетчик и средства поверки).

Относительная погрешность теплосчетчика при вычислении количества теплоты определяется по результатам измерений количества теплоты теплосчетчика и расчетным значением теплоты имитируемых с помощью эталонов (имитируется частота пропорциональная расходу, имитируется сопротивление пропорциональное температуре и ток пропорциональный давлению) с действительным (расчетным) значение количества теплоты, в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

№ точка	Значения температуры, °С		Значение расхода, м ³ /ч	Значение давления, МПа
	t _{д1} , °С	t _{д2} , °С		
1	23	20	0,9·Q _{наиб}	1,6
2	90	70	0,1·Q _{наиб}	1,6
3	150	145	0,04·Q _{наиб}	1,6

Q_{наиб} – значение, указанное в паспорте на теплосчетчик

При каждом значении расхода проводят не менее 3 измерений в каждой точке. Время измерения не менее 100с.

Измеренное значение количества теплоты теплосчетчика $W_{изм}$ Гкал, рассчитывается по разности начального и конечного показаний теплосчетчика:

$$W_{изм} = W_{кон} - W_{нач}, \quad (7)$$

где $W_{изм}$ – измеренное количества теплоты в *i*-той поверочной точке, Гкал;
 $W_{нач}$ – начальное значение показаний теплосчетчика в *i*-той поверочной точке, Гкал;
 $W_{кон}$ – конечное значение показаний теплосчетчика в *i*-той поверочной точке, Гкал.

Действительное (расчетное) значение количества теплоты для тех же значений параметров теплоносителя определяется по формуле:

$$W_{эти} = q_i \cdot T_{изм} \cdot \rho_i \cdot (h1_i - h2_i), \quad (8)$$

где $W_{эти}$ – действительное значение количества теплоты в *i*-той поверочной точке, Гкал;
 q_i – расход в *i*-той поверочной точке в соответствии с данными указанными в таблице 2, м³/ч;
 $T_{изм}$ – время накопления объема в *i*-той поверочной точке, ч ($T_{изм}$ = накопленное количество импульсов/ частоту пропорционально расходу, в соответствии с данными указанными в таблице 2);
 ρ_i – плотность теплоносителя при параметрах теплоносителя в *i*-той поверочной точке в соответствии с данными указанными в таблице 2, кг/м³;
 $h1_i, h2_i$ – энтальпия теплоносителя в подающем и обратном каналах соответственно, определяемая по значениям температуры и давления в *i*-той поверочной точке в соответствии с данными указанными в таблице 2, Гкал/кг.

Параметры теплоносителя определяются в соответствии с «ГСССД 187-99. Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,001...1000 МПа».

Допускается вычисление параметров в соответствии с «МИ 2412-97. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя».

Относительная погрешность теплосчетчика при вычислении количества теплоты, δ_{wi} , %, рассчитывается по формуле:

$$\delta_{wi} = \left(\frac{W_{изм} - W_{эти}}{W_{эти}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где $W_{эти}$ – действительное значение количества теплоты в i -той поверочной точке, Гкал;
 $W_{измi}$ – вычисленное теплосчетчиком значение количества теплоты в i -той поверочной точке, Гкал;
 δ_{wi} – относительная погрешность теплосчетчика при вычислении количества теплоты в i -той поверочной точке, %.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность вычисления количества теплоты во всех точках не превышает значений, равных $\pm (0,5 + (\Delta t_{\min}/\Delta t))$, %.

где Δt_{\min} – наименьшая разность температуры, °С;
 Δt – измеренное значение разности температуры, °С;

6.4.6 Определение погрешности теплосчетчика при измерении количества теплоты

Определение погрешности теплосчетчика, δ , %, при измерении количества теплоты проводят методом суммирования относительной погрешности измерений по пунктам 6.4.1 (суммировать относительную погрешность по данному пункт только если в состав теплосчетчика входит средство измерения не утвержденного типа, первичный преобразователь расхода в комплекте с регистратором расхода ООО «ВТК Прибор» г. Киров), 6.4.3 и 6.4.5.

$$\delta = \delta_v + \delta_{\Delta t} + \delta_w \quad (10)$$

где δ_v – максимальная относительная погрешность средства измерения расхода и объема жидкости в потоке по п.6.4.1 или относительная погрешность средства измерения расхода и объема жидкости в потоке, взятая из описание типа из состава теплосчетчика, %;
 $\delta_{\Delta t}$ – максимальная относительная погрешность измерения минимальной разности температур по п.6.4.3, %;
 δ_w – максимальная относительная погрешность вычисления количества теплоты при минимальной разности температуры по п.6.4.5, %;

Результаты поверки теплосчетчика считаются положительными, если погрешность при измерении количества теплоты не превышает значения, равные $\pm (3 + 4 \cdot (\Delta t_{\min}/\Delta t))$, %.

где Δt_{\min} – наименьшая разность температуры, °С;
 Δt – измеренное значение разности температуры, °С;

6.4.7 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении интервала времени.

Относительную погрешность теплосчетчика при измерении интервала времени определяют по результатам измерения одного и того же интервала времени теплосчетчиком и секундомером.

Для определения погрешности теплосчетчиков при измерении интервала времени переводят теплосчетчик в режим индикации времени. В момент смены индицируемого значения времени считывают его показания T_1 и запускают секундомер T_c .

При смене значения индуцируемого времени (не менее чем через 2 часа) останавливают секундомер и считывают показания времени T_2 с теплосчетчика.

Относительную погрешность теплосчетчика при измерении интервала времени, δ_T , %, определяют по формуле:

$$\delta_T = \frac{(T_2 - T_1) - T_c}{T_c} \cdot 100 \quad (11)$$

Результаты поверки теплосчетчика считаются положительными, если относительная

погрешность при измерении интервала времени не превышает $\pm 0,05\%$.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки теплосчетчика произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки теплосчетчика оформляют свидетельство о поверке в соответствии с формой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 и/или отметку о поверке в паспорте, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или паспорт, а также наносится на наклейку, которая наклеивается на перемычку, расположенную на плате вычислителя.

7.3 При отрицательных результатах поверки теплосчетчик к применению не допускают, свидетельство аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с процедурой, утвержденной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015.