

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Р. В. Павлов

12 2023 г.



ГСИ. Теплосчетчики ультразвуковые ErsteEnergy Ultra X
Методика поверки

МП 435-197-2023

Разработчик:

Ведущий инженер по метрологии
отдела теплотехнических измерений № 435
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

И. Л. Галич

12 2023 г.

г. Санкт-Петербург
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики ультразвуковые ErsteEnergy Ultra X (далее по тексту – теплосчетчики), производства Общества с ограниченной ответственностью «РСТ Энерджи» (ООО «РСТ Энерджи»), и устанавливает методы и средства первичной (при вводе в эксплуатацию и/или после ремонта) и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость теплосчетчиков к:

– Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости для средств измерений поверка которых осуществляется на воде, согласно приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости»;

– Государственному первичному эталону единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 °К ГЭТ 35-2021, согласно приказу Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

– Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, в соответствии с ГПС для средств измерений времени и частоты, согласно приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки средства измерений	Да	Да	12

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной из операций поверки, приведенных в таблице 1, и оформляются результаты поверки в соответствии с разделом 12.

3 Требования к условиям проведения поверки

- 3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- диапазон температуры окружающей среды, °С 20 ± 5;
 - диапазон относительной влажности окружающей среды, % от 30 до 80;
 - диапазон атмосферного давления, кПа от 84 до 106;
 - отсутствие внешних электрических и магнитных полей, кроме геомагнитного;
 - отсутствие механической вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу теплосчетчиков;
 - температура воды (далее по тексту – поверочная среда), °С 20 ± 5;
 - изменение температуры поверочной среды, °С/ч, не более 3.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, прошедших обучение и проверку знаний требований охраны труда в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 24.12.2021 № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда», годных по состоянию здоровья, и изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию (далее по тексту – ЭД) на теплосчетчики и средства поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Перечень эталонов, средств измерений (далее по тексту – СИ) и вспомогательного оборудования, применяемых при проведении поверки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Основные средства поверки		
8.3 Опробование; 10.1 Определение относительной погрешности при измерении объема теплоносителя; 10.2 Определение погрешности при измерении температуры и разности температур; 10.3 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 06.09.2022 № 2356, с диапазоном воспроизведения объемного расхода жидкости от 0,006 до 5 м ³ /ч и пределами допускаемой погрешности измерений не более ±0,3 %	Установка поверочная ВПУ-Энерго ТС-С-0015-2-2-0-0, рег. № 74543-19

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.2 Определение погрешности при измерении температуры и разности температур; 10.3 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты	Средство измерений температуры с диапазоном измерения от 0 °С до 100 °С и пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,02$ °С	Термометр цифровой ТЦ-1200 (в комплекте с щупом ТЦШ-1), рег. № 45039-10
10.4 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении времени	Средство измерений интервалов времени с диапазоном измерений от 0 до 4000 с и пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени $\pm 0,1$ с	Секундомер электронный СЧЕТ-1М, рег. № 40929-09
Вспомогательное оборудование		
10.2 Определение погрешности при измерении температуры и разности температур; 10.3 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты	Средство воспроизведения температуры с диапазоном измерения от 5 °С до 95 °С и пределами абсолютной погрешности поддержания температуры не более $\pm 0,1$ °С	Термостаты ТЖ-ТС-01, рег. № 20444-02
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений; 9 Проверка программного обеспечения средства измерений; 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средство измерений температуры окружающей среды с диапазоном измерений от 15 °С до 25 °С и пределами абсолютной погрешности измерения температуры не более $\pm 0,2$ °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды с диапазоном измерений от 30 % до 80 % и пределами абсолютной погрешности измерения влажности не более ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления с диапазоном измерений от 84 до 106 кПа и пределами абсолютной погрешности измерения давления не более $\pm 0,3$ кПа	

5.2 Допускается применение других СИ и оборудования, не указанных в таблице 2, с аналогичными метрологическими характеристиками, обеспечивающими определение метрологических характеристик поверяемого СИ с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений (рабочие эталоны) должны быть аттестованы и поверены в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в нормативно-методической, нормативно-технической документации и ЭД на применяемые средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре теплосчетчика должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида теплосчетчика описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соответствие теплосчетчика комплектности, указанной в ЭД;
- соответствие маркировки теплосчетчика маркировке, указанной в ЭД;
- серийный номер теплосчетчика соответствует указанному в ЭД;
- отсутствие механических и иных повреждений, влияющих на работоспособность теплосчетчика;
- отсутствие дефектов, препятствующих правильному считыванию показаний с индикаторного устройства теплосчетчика.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки согласно их руководствам (инструкциям) по монтажу и эксплуатации;
- устанавливают теплосчетчик (группу теплосчетчиков) на поверочную установку;
- проверяют герметичность соединений теплосчетчиков с трубопроводами и между собой; проверку производят давлением воды в системе при открытом запорном устройстве перед теплосчетчиком и закрытом после него;
- пропускают воду через теплосчетчики при максимальном поверочном расходе для полного удаления воздуха из системы.

8.2 Проверка герметичности

Проверку проводят на стенде для проверки герметичности. После установки теплосчетчика на стенд создать избыточное давление в рабочих участках установки 1,6 МПа при помощи насоса и закрыть отсекающие вентили. Во время выдержки не менее 15 минут не допускается падения давления воды, а также течи воды в местах соединения теплосчетчика и стенда.

Теплосчетчики считаются выдержавшими испытание, если после выдержки 15 минут не произошло снижение давления по контрольному манометру, а так же не наблюдается течи и каплепадения на корпусе теплосчетчиков.

8.3 Опробование

8.3.1 Термопреобразователи сопротивления помещаются в термостаты. Теплосчетчик устанавливают в измерительную линию поверочной установки и производят его наработку в течение 10 мин в диапазоне объемного расхода жидкости от 0,2 qs до 0,5 qs.

8.3.2 Результаты опробования считаются положительными если:

- теплосчетчик функционирует в соответствии с ЭД;
- на дисплее отображаются результаты измерений;
- при наличии интерфейсов и (или) каналов беспроводной связи (радиоканал) осуществляется передача результатов измерений через них.

8.3.3 Допускается опробование теплосчетчика производить при определении метрологических характеристик.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее по тексту – ПО) производить путем сличения идентификационных данных ПО, отображаемыми на индикаторном устройстве теплосчетчика, с идентификационными данными ПО, указанными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО модификаций ErsteEnergy Ultra X qp 0,6, ErsteEnergy Ultra X qp 1,5, ErsteEnergy Ultra X qp 2,5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	L u
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00
Цифровой идентификатор ПО	-

9.2 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности при измерении объема теплоносителя

Определение погрешности при измерении объема теплоносителя проводят на проливной установке при следующих значениях расхода: q_s ; $0,5 q_s$; q_i .

Отклонения значений расходов при проведении испытаний должны быть следующими: q_s -10 %; q_i +10 %; остальные расходы ± 5 %.

Время измерения должно быть не менее 120 с при расходе q_s , не менее 360 с при расходе $0,5 q_s$ и не менее 720 с при расходе q_i .

На каждом расходе проводят одно измерение.

Относительную погрешность теплосчетчиков при измерении объема определяют по п. 11.1 настоящей методики (формула 2).

10.2 Определение погрешности при измерении температуры и разности температур

10.2.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры теплосчетчиком проводят при следующих значениях температуры: $(5 + 3) ^\circ\text{C}$; $(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$; $(90 - 5) ^\circ\text{C}$.

Термопреобразователи сопротивления необходимо поместить в термостат. Температуру в термостате контролировать эталонным термометром.

Абсолютная погрешность при измерении температуры для каждого термопреобразователя определяется по п. 11.2 настоящей методики (формула 4).

10.2.2 Определение относительной погрешности при измерении разности температур для пары термопреобразователей сопротивления

Определение относительной погрешности при измерении разности температур проводят при значениях разности температур: $3 ^\circ\text{C}$, $40 ^\circ\text{C}$ при температуре обратного потока $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$; при значении разности температур $80 ^\circ\text{C}$ при температуре обратного потока $(10 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Отклонение разности температур от установленного значения не должно превышать ± 20 %.

Термопреобразователи сопротивления поместить в термостаты и задать в каждом из термостатов температуру так, чтобы обеспечить указанную выше разность температур.

Определить погрешность при измерении разности температур по п. 11.3 настоящей методики (формула 6).

10.3 Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты

Определение относительной погрешности при измерении количества теплоты проводят при следующих моделируемых параметрах теплоносителя:

- температура обратного потока $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- разность температур $(3 + 2) ^\circ\text{C}$; $(15 \pm 2) ^\circ\text{C}$; $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- значение расхода $(0,7-1,0 q_s) \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчет количества теплоты производится для варианта установки преобразователя расхода в подающем трубопроводе.

Расчетное значение количества теплоты определяется по уравнению

$$Q = V \cdot (\Delta t) \cdot k, \quad (1)$$

где Q – количество теплоты, кВт·ч;

V – объем прошедшего теплоносителя, м³*;

Δt – разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, °С;

k – тепловой коэффициент, зависящий от свойств теплоносителя при соответствующих температуре и давлении; условно-истинное значение теплового коэффициента для воды рассчитывается по формуле А.1 приложения А ЕН 1434-1 для давления 16 бар.

Примечание * - Минимальный объем теплоносителя за время измерения составляет: не менее 0,09 м³ для теплосчетчиков с QN 0,6, не менее 0,2 м³ для теплосчетчиков с QN 1,5, не менее 0,25 м³ для теплосчетчиков с QN 2,5.

Относительная погрешность теплосчетчика при измерении количества теплоты определяет по п. 11.4 настоящей методики (формула 8).

10.4 Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении времени

Определение относительной погрешности при измерении времени проводят с помощью секундомера.

Кнопкой управления теплосчетчик переводят в режим [1] и выводят на дисплей индикацию времени.

При смене разряда индикатора запускают секундомер и записывают показания внутренних часов теплосчетчика. После приращения показаний внутренних часов теплосчетчика на 3600 секунд, останавливают секундомер и фиксируют его показания.

Относительную погрешность теплосчетчика при измерении времени определяют по формуле п. 11.5 настоящей методики (формула 10).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Относительную погрешность теплосчетчиков при измерении объема определяют по формуле

$$\delta v = \left(\frac{V_{и}}{V_{э}} - 1 \right) \cdot 100, \% \quad (2)$$

где $V_{и}$ – объем воды, измеренный теплосчетчиком, м³;

$V_{э}$ – объем воды по показаниям эталона, м³.

Теплосчетчик считается прошедшим поверку если δv не превышает пределы рассчитанные по формуле

$$\pm (2 + 0,02 \text{ qr} / \text{q}), \text{ не более } \pm 5 \quad (3)$$

11.2 Абсолютную погрешность при измерении температуры для каждого термопреобразователя определяют по формуле

$$\Delta t = t_{и} - t_{э}, \quad (4)$$

где Δt – абсолютная погрешность измерения температуры, °С;

$t_{и}$ – показания теплосчетчика, °С;

$t_{э}$ – показания эталонного термометра, °С.

Абсолютная погрешность при измерении температуры для каждого термопреобразователя должна находиться в пределах

$$\pm (0,6 + 0,004 \cdot t), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

где t – значение температуры в проверяемой точке диапазона, $^\circ\text{C}$.

11.3 Относительную погрешность при измерении разности температур определяют по формуле

$$\delta\Delta t_p = 100 (\Delta t_{ti} - \Delta t_{\Sigma}) / \Delta t_{\Sigma}, \quad (6)$$

где $\delta\Delta t_p$ – относительная погрешность измерения разности температур, %
 Δt_{ti} – разность температур по показаниям теплосчетчика, $^\circ\text{C}$;
 Δt_{Σ} – разность температур, определяемая по эталонному термометру, $^\circ\text{C}$.

Относительная погрешность при измерении разности температур должна находиться в пределах

$$\pm (0,5 + 3\Delta t_{\min} / \Delta t), \text{ } \%, \quad (7)$$

где Δt_{\min} – минимальное значение разности температур, измеряемой теплосчетчиком, $^\circ\text{C}$;
 Δt – установленное значение разности температур, $^\circ\text{C}$.

11.4 Относительную погрешность теплосчетчика при измерении количества теплоты определяют по формуле

$$E = \frac{Q_d - Q_c}{Q_c} \cdot 100, \text{ } \%, \quad (8)$$

где Q_d – измеренное значение количества теплоты, кВт·ч;
 Q_c – расчетное значение количества теплоты, кВт·ч.

Теплосчетчик считается прошедшим поверку, если погрешность измерения количества теплоты не превышает пределов

$$\pm (3 + 4 \cdot \Delta t_{\min} / \Delta t + 0,02 \cdot q_p / q), \text{ } \%, \quad (9)$$

где Δt_{\min} – минимальное значение разности температур, измеряемой теплосчетчиком, $^\circ\text{C}$;
 Δt – установленное значение разности температур, $^\circ\text{C}$;
 q_p – номинальное значение расхода теплосчетчика, м³/ч;
 q – установленное значение расхода теплоносителя, м³/ч.

11.5 Относительную погрешность теплосчетчика при измерении времени определяют по формуле

$$\delta T = 100 \cdot (3600 - T_{\Sigma}) / T_{\Sigma}, \text{ } \%, \quad (10)$$

где T_{Σ} – показания секундомера, с.

Теплосчетчик считается прошедшим поверку, если погрешность измерения времени не превышает пределов $\pm 0,05$ %.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленном порядке и/или делают соответствующую запись в ЭД на теплосчетчик.

12.3 Знак поверки наносится в соответствующий раздел документа «Теплосчетчики ультразвуковые ErsteEnergy Ultra X. Паспорт» и на пломбы на корпусе теплосчетчика.

12.4 В целях предотвращения доступа к узлам регулировки и (или) элементам конструкции производят пломбировку теплосчетчика.