

Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний в Омской области»  
(ФБУ «Омский ЦСМ»)

УТВЕРЖДАЮ:



И.о. директора  
ФБУ «Омский ЦСМ»

 А.В. Бессонов

МП.

«20» января 2020 г.


Государственная система обеспечения единства измерений  
Теплосчетчики ультразвуковые «ТСУ»

Методика поверки


ОЦСМ 076196-2019 МП

РАЗРАБОТЧИКИ:

Начальник отдела поверки и  
испытаний средств измерений  
в приборостроении  
ФБУ «Омский ЦСМ»

 Д.С. Нуждин

Ведущий инженер по метрологии  
ФБУ «Омский ЦСМ»

 Д.А. Воробьев

г. Омск  
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики ультразвуковые «ТСУ» (далее по тексту – счетчики), выпускаемые ООО «СЭТ» по СЭТ.469333.147 ТУ, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – четыре года.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Проверка герметичности	7.2	Да	Нет
Опробование	7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.4	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

1.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, поверку прекращают, результаты поверки оформляют в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего основные технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Насос ручной опрессовочный Rothenberg RP50-S: - создаваемое избыточное давление до 6,0 МПа; - класс точности контрольного манометра 1,5.
7.3, 7.4	Рабочий эталон 3-го разряда Государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости (утвержденной Приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. №256), например: установка поверочная автоматизированная УПРС-5/1 (рег. №52183-12): - от 0,001 до 5,0 м <sup>3</sup> /ч; $\delta$ : $\pm 0,25$ %
7.3, 7.4	Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009, например: термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСПВ-1 (рег. №50256-12): - от -80 до +200 °С; $\Delta$ : $\pm (0,02 + 0,00005 \cdot  t )$ °С
7.3, 7.4	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М (рег. №46432-11): - от -200 до +500 °С; $\Delta$ : $\pm (0,004 + 0,00001 \cdot  t )$ °С
7.3, 7.4	Циркуляционные жидкостные термостаты LOIP LT-116a (2 шт.): - от ( $t_{окр} + 10$ ) до +100 °С; $\Delta$ : $\pm 0,1$ °С
7.3, 7.4	Термостат низкотемпературный «Криостат А1» (рег. №23838-08): - от -80 до +20 °С; $\Delta$ : $\pm 0,05$ °С
7.3	Осциллограф цифровой запоминающий ADS-4072 (рег. №59632-15): - Кр: от 4 нс/дел. до 10 с/дел.; $\delta$ : $\pm 0,01$ %
7.3	Источник питания постоянного тока АТН-3335 (рег. №42466-09): - от 0 до 30 В; $\Delta$ : $\pm 0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,002$ В; - от 0 до 5 А; $\Delta$ : $\pm 0,002 \cdot I_{\text{вых}} + 0,002$ А

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего основные технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3	Радиомодем «Эол 4»: - частота 433, 868 МГц
7.3	Преобразователь USB – RS-485 СЭТ.469333.020-02: - скорость обмена 1200-38400 бит/с
7.3	Персональный компьютер ПЭВМ: - операционная система – Windows XP и выше
7.4	Секундомер электронный «Интеграл С-01» (рег. №44154-16): - от 0 до 9 ч 59 мин 59 с; $\Delta: \pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с
7.4	Частотомер электронно-счетный АКПП-5102 (рег. №57319-14): - от 0,5 нс до $10^5$ с; $\Delta: [1 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + \Delta_{\text{уровняЗап}} + 500 \cdot 10^{-12} + 2 \cdot \Delta_{\text{случ}}]$ с
6, 7	Преобразователь USB – M-Bus HD67024-B2 - скорость обмена 1200-9600 бит/с
<p>Примечание – В таблице приняты следующие обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\Delta</math> – абсолютная погрешность измерений, единица величины;</li> <li>- <math>\delta</math> – относительная погрешность измерений, %;</li> <li>- <math>t</math> – измеренная температура, °С;</li> <li>- <math>t_{\text{окр}}</math> – температура окружающего воздуха, °С;</li> <li>- <math>K_p</math> – коэффициент развертки, с/дел.;</li> <li>- <math>T_x</math> – значение измеренного интервала времени, с;</li> <li>- <math>\Delta_{\text{уровняЗап}}</math> – абсолютная погрешность, обусловленная установкой уровня запуска, с;</li> <li>- <math>\Delta_{\text{случ}}</math> – случайная абсолютная погрешность, обусловленная разрешением индикатора и системой запуска, с.</li> </ul>	

2.2 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены в установленном порядке.

2.3 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке.

2.4 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых счетчиков с требуемой точностью.

### 3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на счетчики и средства их поверки.

### 4 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, установленные Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утв. Приказом Минэнерго РФ №115 от 24.03.2003 г.), ГОСТ 12.2.007.0-75 и эксплуатационной документацией на счетчики и средства их поверки.

### 5 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С                                   | от + 15 до + 25;  |
| - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более              | 80.               |
| - атмосферное давление, кПа   | от 84,0 до 106,7; |
| - поверочная среда (теплоноситель)                                      | вода;             |
| - температура поверочной среды, °С                                      | от + 15 до + 25;  |
| - изменение температуры поверочной среды в ходе поверки, °С/ч, не более | 3.                |

## 6 Подготовка к поверке

6.1 При проведении периодической поверки рекомендуется заменить автономный источник питания счетчика на новый.

6.2 Счетчики выдерживают в помещении, где проводится поверка, в нормальных условиях измерений, приведенных в разделе 5 настоящей методики, не менее двух часов.

6.3 Подготавливают к работе основные и вспомогательные средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.4 Подготавливают счетчики к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие видимых механических повреждений и дефектов, в том числе и покрытия, ухудшающих внешний вид счетчика и препятствующих его применению;
- соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационной документации.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- на счетчике отсутствуют механические повреждения и дефекты, ухудшающие внешний вид и препятствующие его применению;
- комплектность, внешний вид и маркировка соответствует требованиям эксплуатационной документации.

### 7.2 Проверка герметичности

7.2.1 Поверку герметичности счетчика проводят путем подачи теплоносителя под давлением 2,4 МПа во внутреннюю часть корпуса датчика расхода счетчика. Теплоноситель подается с помощью гидравлической опрессовочной установки.

7.2.2 Испытательное давление увеличивают постепенно, не допуская гидравлического удара. Время выдержки датчика расхода счетчика под избыточным давлением – не менее 15 минут.

7.2.3 Результаты проверки герметичности считают положительными, если в ходе проверки в местах соединений и на корпусе датчика расхода не наблюдается отпотевания, каплепадения или течи, а также спада давления теплоносителя в гидравлической опрессовочной установке.

*Примечание – Допускается подтверждать герметичность счетчика актом предприятия-изготовителя или предприятия, проводившего ремонт.*

### 7.3 Опробование

7.3.1 Проверка работоспособности

7.3.1.1 Счетчик устанавливают на установку поверочную в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на счетчик и установки поверочной.

7.3.1.2 Задается расход теплоносителя, соответствующий номинальному расходу счетчика  $G_{ном}$ .

7.3.1.3 Результаты проверки считают положительными, если:

- по мере прохождения теплоносителя через счетчик на индикаторе происходит увеличение значения измеренного объема, регистрируется расход теплоносителя;
- при наличии интерфейсов (проводных или беспроводных), с помощью этих интерфейсов осуществляется передача результатов показаний в соответствии с эксплуатационной документацией;
- при наличии импульсных выходов, на этих выходах формируются импульсы с периодом, соответствующем расходу теплоносителя.

### 7.3.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

7.3.2.1 Путем нажатия кнопки переводят счетчики в режим индикации номера версии программного обеспечения (при этом на индикаторе должны высветиться символы «№» и «F:»). Считывают номер версии программного обеспечения.

7.3.2.2 Кратковременным нажатием кнопки переводят счетчик в режим индикации цифрового идентификатора программного обеспечения (два левых символа на индикаторе «Id»). Считывают цифровой идентификатор программного обеспечения.

7.3.2.3 Результаты проверки считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения счетчика соответствуют приведенным в таблицах 3-6.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения счетчиков с типом интерфейса связи: импульсный выход, RS-485, M-BUS

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TSU 110
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.10
Цифровой идентификатор ПО	4B9D
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC16

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения счетчиков с типом интерфейса связи: беспроводным, протокол обмена wM-BUS

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TSU 210
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.10
Цифровой идентификатор ПО	CD6A
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC16

Таблица 5 – Идентификационные данные программного обеспечения счетчиков с типом интерфейса связи: беспроводным, протокол обмена LoRaWAN

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TSU 310
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.10
Цифровой идентификатор ПО	01C9
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC16

Таблица 6 – Идентификационные данные программного обеспечения счетчиков с типом интерфейса связи: беспроводным, протокол обмена NB-Fi

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TSU 410
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.10
Цифровой идентификатор ПО	E21B
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC16

## 7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение относительной погрешности измерений объема теплоносителя

7.4.1.1 Определение относительной погрешности измерений объема теплоносителя проводят на установке поверочной счетчиков жидкости.

7.4.1.2 Относительную погрешность измерений объема теплоносителя определяют на трех поверочных расходах, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Модификация	Расход теплоносителя, м <sup>3</sup> /ч		
	1	2	3
ТСУ-15.06.X.X.X	от 0,006 до 0,007	от 0,120 до 0,132	от 1,080 до 1,200
ТСУ-15.15.X.X.X	от 0,015 до 0,017	от 0,300 до 0,330	от 2,700 до 3,000
ТСУ-20.25.X.X.X	от 0,025 до 0,028	от 0,500 до 0,550	от 4,500 до 5,000

7.4.1.3 Проводят измерение накопленного объема теплоносителя, прошедшего через счетчик,  $V_{сч\ i}$ , м<sup>3</sup>, и установку поверочную,  $V_{э\ i}$ , м<sup>3</sup>, в течение не менее 5 мин (на 1-ом поверочном расходе измеренное значение объема теплоносителя счетчиком должно быть не менее 0,003 м<sup>3</sup>).

7.4.1.4 Относительную погрешность измерений объема теплоносителя на каждом расходе определяют по формуле:

$$\delta V_i = \frac{V_{сч\ i} - V_{э\ i}}{V_{э\ i}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

7.4.1.5 Относительная погрешность измерений объема теплоносителя во всем диапазоне расходов не должна превышать установленных пределов  $\pm (2 + 0,02 \cdot G_{в}/G)$  %, где  $G_{в}$  – верхний предел расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч,  $G$  – измеренное значение расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч, но не более  $\pm 5$  %.

7.4.2 Определение относительной погрешности измерений разности температур теплоносителя

7.4.2.1 Определение относительной погрешности измерений разности температур теплоносителя проводят с помощью двух термостатов с установленными в них эталонными термометрами.

7.4.2.2 Значения температур для каждого датчика, при которых определяют относительную погрешность измерений разности температур теплоносителя, приведены в таблице 8.

Таблица 8

Разность температур в термостатах, °С	Температура в термостате, °С	
	для датчика температуры обратного трубопровода (с синей трубкой или лентой)	для датчика температуры подающего трубопровода (с красной трубкой или лентой)
от 3,0 до 3,6 °С	50	от 53,0 до 53,6
от 10 до 20 °С	50	от 60 до 70
от $(90 - t_{в})$ до $(95 - t_{в})$ °С	$t_{в}$	от 90 до 95

Примечание:  
 $t_{в}$  – температура окружающего воздуха в помещении, где проводится поверка, °С.

7.4.2.3 Относительную погрешность измерений разности температур теплоносителя определяют по формуле:

$$\delta \Delta t_i = \frac{\Delta t_{сч\ i} - \Delta t_{э\ i}}{\Delta t_{э\ i}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где  $\Delta t_{сч\ i}$  – значение разности температур в термостатах, измеренная счетчиком, °С;

$\Delta t_{э\ i}$  – значение разности температур в термостатах, измеренное эталонными термометрами, °С.

7.4.2.4 Относительная погрешность измерений разности температур теплоносителя во всем диапазоне измерений не должна превышать установленных пределов  $\pm (0,5 + 3 \cdot \Delta t_{н} / \Delta t)$  %, где  $\Delta t_{н}$  – нижний предел диапазона измерений разности температур теплоносителя, равный 3 °С,  $\Delta t$  – измеренное значение разности температур, °С.

7.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры теплоносителя

7.4.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры теплоносителя проводят с помощью термостата с установленным в него эталонным термометром.

7.4.3.2 Значения температур, при которых определяют абсолютную погрешность измерений температуры теплоносителя: + 5; + 25; + 50; + 75; + 95 °С.

7.4.3.3 Абсолютную погрешность измерений температуры теплоносителя определяют по формуле:

$$\Delta t_i = t_{сч\ i} - t_{э\ i} \quad (3)$$

где  $t_{сч\ i}$  – значение температуры, измеренная датчиком температуры счетчика, °С;

$t_{э\ i}$  – значение температуры, измеренная эталонным термометром, °С.

Абсолютная погрешность измерений температуры теплоносителя определяется для каждого датчика температуры, входящего в состав счетчика.

7.4.3.4 Абсолютная погрешность измерений температуры теплоносителя во всем диапазоне измерений для каждого датчика температуры не должна превышать установленных пределов  $\pm (0,5 + 0,005 \cdot t)$  °С, где  $t$  – измеренное значение температуры, °С.

7.4.4 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии

7.4.4.1 Определение относительной погрешности измерений количества тепловой энергии проводят с помощью двух термостатов с установленными в них эталонными термометрами.

7.4.4.2 Значения температур для каждого датчика, при которых определяют относительную погрешность измерений количества тепловой энергии, приведены в таблице 8.

7.4.4.3 Относительную погрешность измерений количества тепловой энергии определяют в следующей последовательности:

7.4.4.3.1 После установления стационарного температурного режима в термостатах нажимают и удерживают кнопку на счетчике более 5 с для запуска процесса тестового режима измерений тепловой энергии (на экране при этом должно отобразиться слово «Тест»).

7.4.4.3.2 Короткими нажатиями на кнопку задают тестовый объем (не менее 2 м<sup>3</sup>), прошедший через счетчик (одно нажатие задает 1 м<sup>3</sup>).

7.4.4.3.3 Нажимают и удерживают кнопку на счетчике в течение 2 с для отображения рассчитанной тепловой энергии  $Q_{сч\ i}$ , Гкал, для заданного тестового объема.

7.4.4.3.4 Определяют теоретическое значение тепловой энергии  $Q_{э\ i}$  по формуле:

$$Q_{э\ i} = V_0 \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2) \cdot 2,39 \cdot 10^{-7}, \quad (4)$$

где  $V_0$  – тестовый объем, заданный по 7.4.4.3.2, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$h_1, h_2$  – энтальпия теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, кДж/кг

$2,39 \cdot 10^{-7}$  – коэффициент пересчета кДж в Гкал.

Параметры теплоносителя определяют по данным таблиц ГСССД 187-99 при давлении 0,6 МПа. Допускается определение параметров теплоносителя по МИ 2412-97.

7.4.4.3.5 Определяют относительную погрешность измерений количества тепловой энергии по формуле:

$$\delta Q_i = \frac{Q_{сч\ i} - Q_{э\ i}}{Q_{э\ i}} 100 \%. \quad (5)$$

7.4.4.3.6 Для перевода счетчика обратно в режим ввода тестового объема нажимают и удерживают кнопку на счетчике в течение 2 с.

7.4.4.3.7 Для перевода счетчика в рабочий режим нажимают и удерживают кнопку на счетчике не менее 5 с (на экране при этом должно погаснуть слово «Тест»).

7.4.4.4 Относительная погрешность измерений количества тепловой энергии во всем диапазоне измерений не должна превышать установленных пределов  $\pm (1 + 4 \cdot \Delta t_n / \Delta t)$  %, где  $\Delta t_n$  – нижний предел диапазона измерений разности температур теплоносителя, равный 3 °С,  $\Delta t$  – измеренное значение разности температур, °С.

7.4.5 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени

7.4.5.1 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени допускается проводить с помощью эталонного секундомера или частотомера.

7.4.5.2 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени проводят с помощью эталонного секундомера в следующей последовательности:

7.4.5.2.1 В момент смены наименьшего разряда показаний текущего времени счетчика включают секундомер.

7.4.5.2.2 Через 30 мин в момент смены наименьшего разряда показаний текущего времени счетчика выключают секундомер и фиксируют показания счетчика и секундомера.

7.4.5.2.3 Определяют относительную погрешность измерений интервалов времени по формуле:

$$\delta \tau = \frac{\tau_{сч} - \tau_{э}}{\tau_{э}} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где  $\tau_{сч}$  – интервал времени, измеренный счетчиком, с;

$\tau_{э}$  – интервал времени, измеренный секундомером, с.

7.4.5.3 Определение относительной погрешности измерений интервалов времени проводят с помощью частотомера в следующей последовательности:

7.4.5.3.1 Устанавливают оптическую головку на счетчик.

7.4.5.3.2 Подключить импульсный выход с оптической головки к частотомеру.

7.4.5.3.3 С помощью кнопки на счетчике выводят на индикатор текущее время, затем, нажимают и удерживают кнопку не менее 5 с (на экране при этом должно отобразиться слово «Тест»).

7.4.5.3.4 Счетчик начнет генерировать ИК-светодиодом импульсы с периодом 10 с в течение 1 минуты.

7.4.5.3.5 С помощью частотомера измеряют период следования импульсов.

7.4.5.3.6 Определяют относительную погрешность измерений интервалов времени по формуле:

$$\delta\tau = \frac{10 - \tau_q}{10} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где  $\tau_q$  – интервал времени, измеренный частотомером, с.

7.4.5.4 Относительная погрешность измерений интервалов времени не должна превышать установленных пределов  $\pm 0,05 \%$ .

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляются оттиском поверительного клейма в паспорте или свидетельством о поверке установленного образца.

8.3 Положительные результаты периодической поверки оформляются свидетельством о поверке установленного образца.

8.4 При отрицательных результатах первичной поверки счетчик считают непригодным к применению.

8.5 При отрицательных результатах периодической поверки счетчик считают непригодным к применению. Свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности установленного образца, с указанием причин непригодности.