

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»  
Государственный научный метрологический центр  
ФГУП «ВНИИР»



ИНСТРУКЦИЯ  
Государственная система обеспечения единства измерений  
РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ЖИДКОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ SENTINEL LCT4  
Методика поверки  
МП 0635-1-2017

г. Казань  
2017 г.

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры-счетчики жидкости ультразвуковые Sentinel LCT4 (далее – УЗР), предназначенные для измерений объема и объемного расхода жидкости и устанавливает методику, а также последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 4 года.

## **1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

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

## **2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1 При проведении поверки УЗР применяют следующие средства поверки:

- вторичный эталон единицы объемного расхода и объема жидкости в соответствии с ГОСТ 8.374-2013 и (или) с ГОСТ 8.142-2013;
- рабочий эталон единицы объемного расхода и объема жидкости 1-го и (или) 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.374-2013 и (или) с ГОСТ 8.142-2013;
- рабочий эталон единицы объемного расхода и объема жидкости 1-го и (или) 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.510-2002.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемого УЗР, с требуемой точностью.

2.3 Вторичный эталон единицы объемного расхода и объема жидкости в соответствии с ГОСТ 8.374-2013 и (или) с ГОСТ 8.142-2013, рабочий эталон единицы объемного расхода и объема жидкости 1-го и (или) 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.374-2013 и (или) с ГОСТ 8.142-2013 и рабочий эталон единицы объемного расхода и объема жидкости 1-го и (или) 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.510-2002 (далее – эталоны) применяемые в качестве средств поверки должны быть аттестованы в установленном порядке.

## **3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- действующие на объекте, на котором производится поверка;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и поверяемого средства измерения, приведенных в их эксплуатационных документах.
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.
- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

3.2 К проведению поверки допускают лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации УЗР и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке, и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость для снятия показаний с приборов, применяемых при поверке.

3.5 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

## 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают условия согласно пунктам 4.1 и 4.2.

4.1 Окружающая среда – воздух с параметрами:

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

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

- температура, °С от плюс 15 до плюс 25
- давление, МПа, не более 1

4.3 Допускается на основании письменного заявления владельца УЗР проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов (импульсного выхода или токового выхода УЗР) и в меньшем диапазоне расхода. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке и в паспорте расходомера.

## 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение условий пунктов 2 – 4 настоящей инструкции;
- проверяют наличие и комплектность эксплуатационных документов;
- при периодической поверке проверяют наличие свидетельства о предыдущей поверке или соответствующей отметки в паспорте УЗР;
- проверяют наличие действующего свидетельства об аттестации эталона;
- подготавливают к работе средства поверки и поверяемый УЗР в соответствии с их эксплуатационными документами;
- подключают УЗР к средствам поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

5.2 Перед поверкой УЗР выдерживают в условиях поверки, не менее 1 часа.

5.3 Проверяют герметичность фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением (систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель измеряемой среды, а также отсутствует падение давления по контрольному манометру).

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр.

Визуальным осмотром проверяют отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность, внешний вид и места нанесения маркировки, предусмотренные в эксплуатационных документах.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если внешний вид и маркировка соответствуют требованиям эксплуатационных документов, отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность УЗР.

6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Для подтверждения соответствия программного обеспечения УЗР необходимо:

- включить УЗР в соответствии с руководством по эксплуатации на УЗР;
- магнитным стилусом навести на клавишу [ВЫХОД] чтобы войти в Пользовательскую программу.
- нажать стрелку вправо [▶], пока не подсветится параметр «Заводское». Пролистать до параметра «Версия» и нажать [ВВОД].
- нажать [ВВОД], чтобы выбрать параметр «Основное».

– на встроенном индикаторе должны отобразиться идентификационные данные программного обеспечения: идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения УЗР (идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения)) соответствуют идентификационным данным, указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа и паспорте УЗР.

### 6.3 Опробование

При проведении поверки опробование проводят в следующей последовательности:

- включают УЗР;
- проверяют установку показаний УЗР на нуль при отсутствии потока измеряемой среды через УЗР;
- эталоном воспроизводят расход измеряемой среды в пределах диапазона измерений УЗР и проверяют наличие показаний на индикаторе и сигналов на импульсном (частотном) и (или) токовом и цифровом выходах.

Результаты опробования УЗР считают положительными, если при увеличении или уменьшении значений расхода, показания УЗР изменяются сопоставимо с показаниями эталона (увеличиваются или уменьшаются), отсутствуют течи и каплепадения на УЗР.

### 6.4 Определение метрологических характеристик

Перед определением метрологических характеристик УЗР производят проверку установленных коэффициентов К-фактора. При первичной поверке значения К-фактора должны соответствовать значениям К-фактора, полученным при калибровке УЗР. При периодической поверке значения К-фактора должны соответствовать значениям, установленным при предыдущей поверке.

При выполнении условия (1) поверку УЗР проводят по пункту 6.4.1, при выполнении условия (2) поверку УЗР проводят по пункту 6.4.2.

$$\delta_{\text{э}} \leq 0,05 \quad (1)$$

$$0,05 < \delta_{\text{э}} \leq 0,075 \quad (2)$$

где  $\delta_{\text{э}}$  – относительная погрешность эталона при воспроизведении (измерении) объема и объемного расхода жидкости, %;

Значение объема жидкости воспроизведенного (измеренного) эталоном и приведенное к условиям измерений в УЗР определяют в соответствии с эксплуатационными документами на эталон.

Относительную погрешность УЗР определяют на не менее пяти значениях объемного расхода в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Значение объемного расхода жидкости.

Номинальный диаметр	Значение объемного расхода, м <sup>3</sup> /ч
DN75 ≤ DN ≤ DN200	Q <sub>наим</sub> *; 0,25·Q <sub>наиб</sub> *; 0,5·Q <sub>наиб</sub> *; 0,75·Q <sub>наиб</sub> *; 0,9·Q <sub>наиб</sub> *
DN250 ≤ DN ≤ DN600	Q <sub>наим</sub> *; 0,1·Q <sub>наиб</sub> *; 0,15·Q <sub>наиб</sub> *; 0,25·Q <sub>наиб</sub> *; 0,4·Q <sub>наиб</sub> *

Q<sub>наим</sub>\* – значение наименьшего объемного расхода жидкости, м<sup>3</sup>/ч, определяется в соответствии с эксплуатационными документами и описанием типа УЗР;  
 Q<sub>наиб</sub>\* – значение наибольшего объемного расхода жидкости, м<sup>3</sup>/ч, определяется в соответствии с эксплуатационными документами и описанием типа УЗР.

#### 6.4.1 Определение метрологических характеристик УЗР при соблюдении условия (1).

Определение относительной погрешности УЗР при измерении объема жидкости проводят путем сравнения показаний УЗР и эталона. Относительную погрешность УЗР определяют на не менее пяти значениях объемного расхода в соответствии с таблицей 1. Значения объемного расхода устанавливают с допуском не более +10 % от  $Q_{\text{наим}}$ ,  $\pm 10$  % от значения объемного расхода в диапазоне от  $Q_{\text{наим}}$  до  $0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$  ( $0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$ ) и  $-10$  % от  $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$  ( $0,4 \cdot Q_{\text{наиб}}$ ). На каждом значении расхода проводят не менее 3 измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 30 секунд и набор не менее 10000 импульсов при использовании импульсного выхода УЗР.

Относительную погрешность УЗР при измерении объема жидкости по импульсному выходу определяют по формуле:

$$\delta_{V_{ij}} = \left( \frac{V_{ij} - V_{\text{э}ij}}{V_{\text{э}ij}} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

- где  $V$  – значение объема жидкости по показаниям УЗР,  $\text{дм}^3$  (определяют по формуле (4));  
 $V_{\text{э}}$  – значение объема жидкости по показаниям эталона, приведенное к условиям измерений в УЗР,  $\text{дм}^3$ ;  
 $i, j$  – номер измерения и точки расхода соответственно.

$$V_{ij} = N_{ij} \cdot m, \quad (4)$$

- где  $m$  – коэффициент преобразования УЗР,  $\text{дм}^3/\text{имп}$ ;  
 $N$  – количество импульсов сгенерированных УЗР, имп.

Относительную погрешность УЗР при измерении объема жидкости по токовому выходу определяют по формуле:

$$\delta_{V_{Tij}} = \left( \frac{V_{Iij} - V_{\text{э}ij}}{V_{\text{э}ij}} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

- где  $V_I$  – значение объема измеряемой среды по показаниям УЗР,  $\text{дм}^3$  (определяют по формуле (6)).

$$V_{Iij} = Q_{Iij} \cdot t_{ij} \quad (6)$$

- где  $Q_I$  – значение объемного расхода измеряемой среды по показаниям УЗР при использовании токового выхода,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , определенное по формуле (7);  
 $t$  – время измерения, с.

$$Q_{Iij} = \frac{I_{ij} - 4}{16} \cdot Q_{I\text{наиб}}, \quad (7)$$

- где  $Q_{I\text{наиб}}$  – значение наибольшего объемного расхода жидкости УЗР,  $\text{м}^3/\text{ч}$  (определяют в соответствии с описанием типа УЗР и эксплуатационными документами);  
 $I$  – значение силы тока, соответствующего среднему объемному расходу за время измерений, мА.

УЗР считают прошедшим поверку, если значения относительной погрешности при измерении объема и объемного расхода жидкости, определенные по формулам (3) и (или) (5) не превышают пределов, указанных в описании типа УЗР.

Метрологические характеристики УЗР при измерении объема жидкости по импульсному и (или) токовому выходу принимаются равными метрологическим характеристикам УЗР при измерении объемного расхода жидкости по импульсному и токовому выходу соответственно.

#### 6.4.2 Определение метрологических характеристик УЗР при соблюдении условия (2).

Определение метрологических характеристик УЗР проводят с использованием импульсного и (или) токового выхода. Определение относительной погрешности УЗР при измерении объема жидкости проводят путем сравнения показаний УЗР и эталона. Относительную погрешность УЗР определяют на не менее пяти значениях объемного расхода в соответствии с таблицей 1. Значения объемного расхода устанавливают с допуском не более + 10 % от  $Q_{\text{наим}}$ ,  $\pm 10$  % от значения объемного расхода в диапазоне от  $Q_{\text{наим}}$  до  $0,75 \cdot Q_{\text{наиб}}$  ( $0,25 \cdot Q_{\text{наиб}}$ ) и  $- 10$  % от  $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$  ( $0,4 \cdot Q_{\text{наиб}}$ ). На каждом значении расхода проводят не менее 11 измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 30 секунд и набор не менее 10000 импульсов при использовании импульсного выхода УЗР.

При каждом измерении регистрируют:

- объем измеряемой среды по показаниям эталона,  $\text{дм}^3$ ;
- объем измеряемой среды по показаниям УЗР,  $\text{дм}^3$ ;
- время измерений, с;
- количество импульсов, полученных от УЗР, имп. (при использовании импульсного выхода);
- значение силы тока по показаниям УЗР, мА (при использовании токового выхода).

Для каждого измерения вычисляют значение коэффициента,  $VF_{ij}$ , по формуле:

$$VF_{ij} = \frac{V_{\text{э}j}}{V_{\text{УЗР}ij}}, \quad (8)$$

где  $V_{\text{УЗР}}$  – значение объема жидкости по показаниям УЗР,  $\text{дм}^3$  (при поверке УЗР по импульсному выходу значение  $V_{\text{УЗР}}$  принимают равным значению определенному по формуле (4), при поверке УЗР по токовому выходу значение  $V_{\text{УЗР}}$  принимают равным значению определенным по формуле (6)).

Для каждой точки расхода вычисляют:

- среднее арифметическое значение коэффициента,  $VF$ :

$$VF_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n VF_{ij}, \quad (9)$$

где  $n$  – количество измерений в  $j$ -ой точке расхода;  
 – среднеквадратическое отклонение результатов измерений, %

$$S_j = \frac{100}{VF_j} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (VF_{ij} - VF_j)^2}{n-1}}, \quad (10)$$

– неисключенную систематическую составляющую погрешности УЗР, %

$$\left. \begin{aligned} \Theta_{VF} &= \left| \frac{VF_j - VF}{VF} \right|_{\max} \cdot 100\% \\ VF &= \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h F_j \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

где  $h$  – количество точек расхода;  
 $max$  – наибольшее значение.

Вычисляют относительную погрешность УЗР,  $\delta$ , %

$$\left. \begin{aligned} \delta &= K \cdot S_{\Sigma} \\ K &= \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{j_{\max}} + S_{\Theta}} \\ \Theta_{\Sigma} &= 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma}^2 + \Theta_{VF}^2 + \Theta_{УЗР}^2} \\ \Theta_{УЗР} &= |VF - 1| \cdot 100 \\ S_{\Theta} &= \frac{\Theta_{\Sigma}}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \\ S_{\Sigma} &= \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{j_{\max}}^2} \\ \varepsilon &= t_{0,95} \cdot S_{j_{\max}} \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – неисключенные систематические составляющие погрешности эталона при измерении объемного расхода измеряемой среды, %;  
 $\varepsilon$  – случайная составляющая погрешности, УЗР, %;  
 $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности  $P = 0,95$  (в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011).

УЗР считается прошедшим поверку, если значения допускаемой относительной погрешности при измерении объема жидкости по импульсному и (или) токовому выходу определенные по формуле (12) не превышают, указанных в описании типа УЗР.

Метрологические характеристики УЗР при измерении объема жидкости по импульсному и (или) токовому выходу принимаются равными метрологическим характеристикам УЗР при измерении объемного расхода жидкости по импульсному и токовому выходу соответственно.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке УЗР в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или делают отметку в паспорте УЗР о дате очередной поверки. Наносят знак поверки на свинцовую (пластмассовую) пломбу в соответствии с описанием типа УЗР.

На обратной стороне свидетельства о поверке указывают:

- диапазон измерений объемного расхода и объема жидкости,  $m^3$ ;
- коэффициент преобразования выходного сигнала  $имп/дм^3$ ;

– значения К-фактора, установленных в УЗР соответствующие скоростям потока жидкости или частоте согласно таблице 2.

Таблица 2

Номер точки	Значение скорости потока или частоты ( $v_j$ , м/с или $f_j$ , Гц)	Значение К-фактора в точках разбиения ( $VF_j$ )
1	$v_1(f_1) =$	$VF_1$
...	...	...
$m$	$Q_m(f_m) =$	$VF_m$

7.3 При отрицательных результатах поверки УЗР к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают «Извещение непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».