ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОСИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ
(ФГУП ВНИИР)
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель
директора
ФГУП ВНИИР

Немиров

10.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

# РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ЖИДКОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ UFM 500.

Методика поверки

МИ 1983-2006

Казань
2006

gost.e-ecolog.ru

# ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА Федеральным государственным унитарным предприятием Всероссийским научно-исследовательским институтом расходометрии (ФГУП ВНИИР)

ИСПОЛНИТЕЛИ: Сафин А.Г., канд. техн. наук;
Хомяков Г.Д., канд. техн. наук

РАЗРАБОТАНА ООО «Кроне-автоматика»

ИСПОЛНИТЕЛИ: Гутин Е.А.;
Чеснаков В.В.

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП ВНИИР 10 марта 2006 г.

3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП ВНИИМС 26 апреля 2006 г.

4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП ВНИИР и ООО «Кроне-автоматика»

# РЕКОМЕНДАЦИЯ

| | |
|---|---|
| Государственная система обеспечения единства измерений.<br>Расходомеры-счетчики жидкости ультразвуковые UFM 500.<br>Методика поверки | МИ 2983 -2006 |

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на расходомеры-счетчики жидкости ультразвуковые модели UFM 500 (далее – расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Расходомер состоит из следующих составных частей:

- первичного преобразователя расхода модели UFS-500 (далее – ППР);
- сигнального конвертера модели UFC-030 (далее – СК).

Данная рекомендация распространяется на расходомеры с ППР с внутренним диаметром более 200 мм и разработана с учетом положений нормативного документа фирмы «KROHNE Altometer» «Ультразвуковой счетчик ALTOSONIC UFM 500. Методика проведения поверочных испытаний без использования эталонного объема».

Межповерочный интервал: не более одного года.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 50118-92 Термометры с вложенной шкалой длинные для точных измерений

ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

ГОСТ 10-88 Нутромеры микрометрические. Технические условия

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия

ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

Примечание – При пользовании настоящей рекомендацией целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», ко-

торый опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей рекомендацией руководствуются замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Пункт рекомендации | Обязательность проведения при поверке | |
|---|---|---|---|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 8.1 | Да | Да |
| Опробование | 8.2 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик | 8.3 | | |
| Определение геометрических параметров ППР | 8.3.1*) | Да | Нет |
| Проверка выходных сигналов СК | 8.3.2 | Да | Да |
| Измерения параметров приемного сигнала | 8.3.3 | Да | Да |
| Проверка режима «нулевого расхода» | 8.3.4 | Да | Да |
| Измерения скорости распространения ультразвукового сигнала | 8.3.5 | Да | Да |

*) При выполнении операции допускается использование результатов измерений, выполненных службой обеспечения качества предприятия-изготовителя расходомеров.

## 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

- вольтметр универсальный Щ31 по 3.349.033 ТУ кл. точности 0,01;
- частотомер Ч3-64/1 по ДЛИ2.721.006 ТУ;
- осциллограф С1-114 по 2.044018 ТУ;
- термометр лабораторный по ГОСТ Р 50118 с ценой деления 0,1 °С и диапазоном измерений 8...38 °С;
- барометр-анероид БАММ по ТУ 25004-1618;

- психрометр МВ-34 по ТУ25-1607054;

- диагностическую систему SoundCheck с программным обеспечением SoundCheck program;

- штангенрейсмус ШР-Ш-0,1 по ГОСТ 166;

- нутромер макрометрический НМ 1250 по ГОСТ 10 с диапазоном измерений 50...3000 мм;

- штангенглубиномер ШГО-40,0 по ГОСТ 166.

4.2 Допускается применение других аналогичных по назначению средств поверки с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в 4.1.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

5.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- Правилами эксплуатации электроустановок потребителей, VI издание, 2003 г.;

- Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, IV издание, 1994 г.;

- правилами безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационной документации.

5.2 К проведению поверки и обработки ее результатов допускают лиц с техническим образованием не ниже среднего, аттестованных в качестве поверителя; имеющих опыт проведения поверки средств измерений и допуск к работе с электроизмерительными приборами; изучивших настоящую рекомендацию и эксплуатационную документацию на средства поверки и расходомер; прошедших обучение и проверку знаний и допущенных к обслуживанию расходомеров и прошедших инструктаж по технике безопасности.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

6.1 Окружающая среда имеет следующие параметры:

- температура окружающего воздуха 15 °С...25 °С;

- относительная влажность не более 80 %;

- давление 86...106,7 кПа;

6.2 Рабочей жидкостью является вода по ГОСТ Р 51232 с температурой 15 °С...25 °С.

6.3 Изменение температуры рабочей жидкости в процессе поверки: не более 2 °С.

6.4 Параметры напряжения питания, вибрации, внешних магнитных полей находятся в пределах, нормированных в эксплуатационной документации на расходомер и средства поверки.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

а) проверяют наличие средств поверки согласно разделу 4 и действующих свидетельств о поверке или оттисков поверительных клейм;

б) проверяют комплектность, маркировку и правильность монтажа средств поверки и расходомера в соответствии с инструкциями по их эксплуатации;

в) проверяют соблюдение условий согласно разделам 5 и 6;

г) подготавливают к работе расходомер и средства поверки *согласно их эксплуатационной документации*;

д) подключают расходомер к источнику питания в соответствии с указаниями на фирменной табличке (напряжение, частота) и инструкцией по его эксплуатации;

е) вводят в СК расходомера базисные параметры, проводят выбор единиц измеряемых величин, устанавливают функцию устройства выдачи показаний в соответствии с инструкцией по эксплуатации и протоколом настройки СК;

ж) выдерживают перед поверкой расходомер в нерабочем состоянии не менее 30 мин, а затем во включенном состоянии не менее 30 мин.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

- комплектность и маркировка соответствуют технической документации;
- на расходомере отсутствуют внешние механические повреждения, влияющие на его работоспособность.

8.2 Опробование

При опробовании определяют работоспособность расходомера следующим образом:

- заполняют ППР расходомера водой;
- устанавливают режим показа расхода и объема дисплея СК расходомера в соответствии с инструкцией по эксплуатации (гл. 4.3, меню 1.2.1, 1.2.2);
- контролируют показания дисплея СК расходомера (при этом значение расхода равно нулю, показания сумматора (объем) неизменны).

8.3 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик осуществляют в

соответствии с указаниями инструкции по эксплуатации расходомера.

8.3.1 Определение геометрических параметров ППР

Измерения геометрических параметров ППР проводят на предприятии-изготовителе в процессе изготовления с применением средств поверки, указанных в разделе 4.

Перед измерениями очищают внутреннюю поверхность ППР.

Измерения линейных параметров проводят с погрешностью не более 0,5 мм.

Отклонение смещения осей каналов от нормального значения ($Y = 0{,}5R$): не более $0{,}01R$.

8.3.1.1 Измерения внутреннего диаметра корпуса ППР

Внутренний диаметр ППР $Д_{вн}$ измеряют нутромером НМ в сечении I – I (рисунок 1), перпендикулярного оси ППР, в двух плоскостях не менее трех раз.

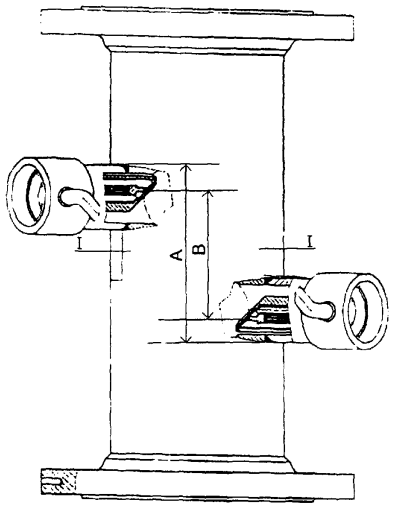



Рисунок 1

Вычисляют среднее арифметическое значение результатов измерений и принимают его значением внутреннего диаметра.

8.3.1.2 Измерения расстояния между акустическими излучателями

Расстояние между осями акустических излучателей (далее – АИ) каждого акустического канала (далее – АК) по образующей, параллельной оси ППР, проводят по следующей методике.

ППР торцом устанавливают на разметочную плиту (рисунок 1). С помощью штангенрейсмуса от верхней и нижней кромок штуцеров АИ проводят отметку на образующую ППР. Расстояние между отметками $a$ и $b$ измеряют не менее трех раз и вычисляют их среднее арифметическое значение $A_1$. Измерения повторяют для второго АК и вычисляют $A_2$.

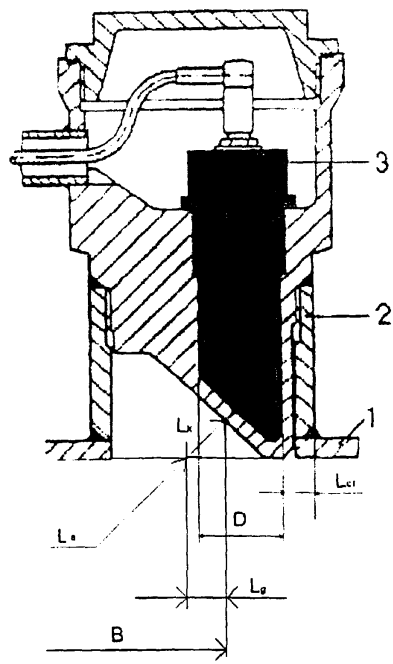
Значения расстояний между осями $B_{1(2)}$ вычисляют по формуле

$$B_{1(2)} = A_{1(2)} - (d + 2l_{ст}), \quad (1)$$

где $d$ – диаметр АИ;

$l_{ст}$ – толщина стенок штуцера.

Значения $d$, $l_{ст}$ берут из чертежей на АИ для штуцера для данного типоразмера ППР (рисунок 2).




1 – стенка трубы ППР; 2 – корпус штуцера; 3 – акустический излучатель

Рисунок 2

8.3.1.3 Измерения расстояния между АИ каждого АК ППР

Измерения осуществляет СК UFC 030 в автоматическом режиме.

Для этого ППР, заглушенный с одного конца прокладкой, заполняют водой, выдерживают при комнатной температуре не менее 30 мин для удаления воздуха и измеряют ее температуру с погрешностью не более 0,1 °С.

По таблице 2 по измеренным значениям температуры воды $t$ определяют значение скорости ультразвука в воде $v$ и вводят в меню Fnct 5.04.07 СК.

В меню Fnct 5.04.08 и Fnct 5.04.09 регистрируют измеренные значения расстояний $L_1$ и $L_2$. Измерения повторяют не менее трех раз и вычисляют их среднее арифметическое значение.

Таблица 2

| $t$, °С | $v$, м/с | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 14 | 1462,4 | 1462,7 | 1463,1 | 1463,4 | 1463,8 | 1464,2 | 1464,5 | 1464,9 | 1465,2 | 1465,6 |
| 16 | 1469,4 | 1469,7 | 1470,0 | 1470,4 | 1470,7 | 1471,1 | 1471,4 | 1471,7 | 1472,1 | 1472,4 |
| 18 | 1476,0 | 1476,3 | 1476,7 | 1477,0 | 1477,3 | 1477,6 | 1477,9 | 1478,3 | 1478,6 | 1478,9 |
| 20 | 1482,3 | 1482,6 | 1482,9 | 1483,2 | 1483,5 | 1483,8 | 1484,1 | 1484,4 | 1484,7 | 1485,0 |
| 22 | 1488,3 | 1488,6 | 1488,9 | 1489,2 | 1489,5 | 1489,7 | 1490,0 | 1490,3 | 1490,6 | 1490,9 |
| 24 | 1493,9 | 1494,2 | 1494,5 | 1494,8 | 1495,0 | 1495,3 | 1495,6 | 1495,9 | 1496,1 | 1496,4 |
| 26 | 1499,3 | 1499,6 | 1499,8 | 1500,1 | 1500,4 | 1500,6 | 1500,8 | 1501,1 | 1501,4 | 1501,6 |
| 28 | 1504,3 | 1504,6 | 1504,8 | 1505,1 | 1505,3 | 1505,6 | 1505,8 | 1506,0 | 1506,2 | 1506,5 |
| 30 | 1509,1 | 1509,3 | 1509,6 | 1509,8 | 1510,0 | 1510,3 | 1510,5 | 1510,7 | 1510,9 | 1511,2 |

8.3.1.4 Определение длины активной части АК

Значения длин активной части осей АК $L_{a1(2)}$ вычисляют по формуле

$$L_{a1(2)} = L_{1(2)} + 2l_{K1(2)}, \qquad (2)$$

где $l_{K1(2)}$ – глубины карманов для АИ первого и второго АК.

Значения $l_{K1(2)}$ берут из чертежей на АИ для штуцеров для данного типоразмера ППР (рисунок 2).

8.3.1.5 Определение расстояния между АИ в плоскости, перпендикулярной оси ППР

Расстояние между АИ $C$ в плоскости, перпендикулярной оси ППР (длина хорды), вычисляют по формуле

$$C_{1(2)} = \sqrt{L^2_{a1(2)} - B^2_{1(2)}}, \qquad (3)$$

где $B_{1(2)K} = B_{1(2)} - 2l_{д1(2)}$.

Значения $l_{д1(2)}$ берут из чертежей на АИ для штуцеров для данного типоразмера ППР (рисунок 2).

Проверяют выполнение условия $0{,}85Д_{вн} \le C \le 0{,}88Д_{вн}$.

8.3.1.6 Определение смещения оси АК относительно оси ППР

Смещение оси АК $X$ относительно оси ППР вычисляют по

формуле

$$X_{1(2)} = 0{,}5\sqrt{Д_{вн}^2 - C_{1(2)}^2}\,. \qquad (4)$$

Проверяют выполнение условия $0{,}49R \le X \le 0{,}51R$, где $R$ – радиус ППР.

8.3.1.7 Определение угла наклона оси АК относительно оси трубы ППР

Угол наклона оси АК α относительно оси трубы ППР вычисляют по формуле

$$\alpha_{1(2)} = \arccos\frac{B_{1(2)}}{L_{a1(2)}}. \qquad (5)$$

8.3.1.8 Вычисление постоянной ППР

Для каждого канала ППР и для расходомера вычисляют коэффициент ППР $K_и$, м$^3$, по формулам:

$$K_{1(2)} = \frac{\pi Д_{вн}^3\sqrt{1-\left(X_{1(2)}/R\right)^2}}{4\sin 2\alpha_{1(2)}}; \qquad (6)$$

$$K_и = \frac{K_1 + K_2}{2}, \qquad (7)$$

где $Д_{вн}$ – внутренний диаметр ППР, м;

$R$ – радиус ППР, мм;

$X$ – смещение оси канала от оси трубопровода, мм;

α – угол наклона оси канала относительно оси трубы ППР.

Вычисляют значения $K_р$, м$^3$, для нормированных значений параметров (α = 45°; $X = 0{,}5R$, мм) по формуле

$$K_р = 0{,}68Д_{вн}^3. \qquad (8)$$

Значения постоянной ППР $G_K$ вычисляют по формуле

$$G_K = \frac{K_р}{K_и}. \qquad (9)$$

Значение $G_K$ вводят в память СК UFS 030 для корректировки результатов измерений

8.3.2 Проверка выходных сигналов СК

К соответствующим выходным клеммам СК подключают вольтметр Щ31 и частотомер Ч3-64/1.

Последовательно выбирают и устанавливают значения выходного тока 0; 4; 12; 20; 22 мА и регистрируют показания вольтметра.

Показания вольтметра: не более следующих выходных значений: 0 ± 0,02; 4 ± 0,008; 12 ± 0,024; 20 ± 0,04; 22 ± 0,048 мА.

Последовательно выбирают значения выходной частоты 1; 10; 100; 1000; 2000 Гц и регистрируют показания частотомера.

Показания частотомера: не более следующих выходных зна-

чений: 1 ± 0,002; 10 ± 0,02; 100 ± 0,2; 1000 ± 2; 2000 ± 4 Гц.

Проверку работы дисплея и микропроцессора проводят в режиме тестирования при подаче напряжения питания, при этом дисплей сигнального конвертора UFC 030 последовательно выдает следующие сообщения:

«UFC 030»

(номер программного обеспечения)

«STARTUP».

8.3.3 Измерения параметров приемного сигнала

Внутреннюю полость ППР заполняют водой и выдерживают при комнатной температуре не менее 30 мин для удаления пузырьков воздуха.

Измерения параметров сигнала и их оценку проводят по методике предприятия-изготовителя с использованием диагностической системы SoundCheck.

Перед поверкой очищают излучающие поверхности АИ и проводят измерения на рабочей жидкости в условиях эксплуатации.

8.3.4 Проверка режима «нулевого расхода»

Измерения проводят в условиях, указанных в 8.3.3.

Вводят режим измерений «нулевого расхода». На дисплее СК индицируется измеренное значение расхода, не превышающее $1{,}4 \cdot 10^{-3} Д_у$, м³/ч, где $Д_у$ – внутренний диаметр ППР, мм, или равное установленному значению «нулевого расхода».

Допускается отклонение от установленного значения не более чем на 0,2 %.

При периодической поверке допускается проводить измерения на рабочей жидкости, если имеется возможность остановки потока.

8.3.5 Измерения скорости распространения ультразвукового сигнала (далее – УС)

Измерения проводят в условиях, указанных в 8.3.3, на рабочей жидкости в условиях эксплуатации по следующей методике.

Вводят СК в меню режима измерений скорости УС и регистрируют измеренные значения. Полученные значения скорости УС $V_1$ сравнивают с известными значениями скорости УС в рабочей жидкости $V_2$, которые определяют по методике, изложенной в приложении А.

Относительное отклонение скоростей: не более 0,2 %.

8.3.6 При положительных результатах поверки по 8.3.1 – 8.3.5 расходомер допускают к применению для измерений объема и объемного расхода жидкостей (при соблюдении числа Re потока в диапазоне от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^7$) с пределами допускаемой относительной погрешности: ± 2,0 %.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом, который является неотъемлемой частью свидетельства.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии ПР 50.2.006.

9.3 На лицевой стороне свидетельства о поверке записывают, что расходомер на основании поверки признан годным и допущен к применению с пределами допускаемой относительной погрешности: ± 2,0 %.

9.4 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛА В ЖИДКОСТИ

При отсутствии таблиц зависимости скорости УС от температуры жидкости скорость УС определяют с помощью приспособления, изображенного на рисунке А.1. Непосредственно перед измерениями скорости УС корпус приспособления (стальную скобу) погружают в исследуемую жидкость из трубопровода, а толщиномер настраивают для измерений скорости УС. Затем ультразвуковым толщиномером проводят непосредственные измерения скорости УС.

Для измерений скорости УС в жидкости допускается применение прибора УС-12 ИМ (ЩО 2.048.045 ТО), толщиномеров других типов и т.д.

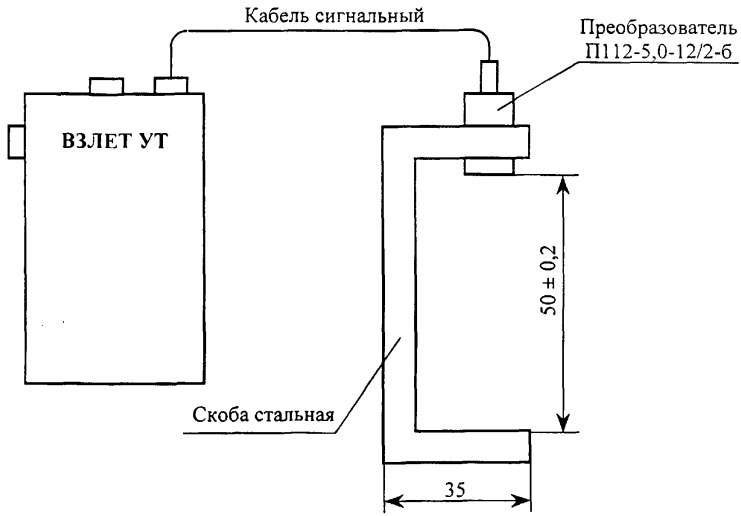



Рисунок А.1

gost.e-ecolog.ru