

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**  
Заместитель директора  
по производственной  
метрологии ФГБУ «ВНИИМС»

  
\_\_\_\_\_ А.Е. Коломин  
« 15 » / 12 \_\_\_\_\_ 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры-счетчики массовые кориолисовые ROTAMASS модели RC  
Методика поверки**

**МП 208-059-2022**

г. Москва  
2022 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ...	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	17
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	18

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на расходомеры-счетчики массовые кориолисовые ROTAMASS модели RC (далее – расходомеры), предназначенные для измерений массового расхода, массы, температуры жидкости, газа и пара, плотности жидкости и вычислений объемного расхода и объема жидкости, и объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров 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, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде.

- Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020, в соответствии с ГПС для средств измерений температуры, согласно Приказу Росстандарта от 23.12.2020 № 2198 для средств измерений температуры.

- Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014, в соответствии с ГПС для средств измерений плотности, согласно Приказу Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 для средств измерений плотности.

1.3 При определении метрологических характеристик расходомеров используется прямой метод измерений массы и температуры, а также косвенный метод определения плотности.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки расходомеров выполняются операции, указанные в таблице

1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Опробование средства измерений	п. 8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массы (массового расхода), объема (объемного расхода) жидкости с помощью поверочной установки	п. 10.1	Да	Да
Беспроливная поверка с помощью функции определения относительного измерения коэффициента жесткости трубок ППР	п. 10.2	Нет	Да
Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры	п. 10.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности жидкости	п. 10.4	Да	Да
Определение приведенной к диапазону погрешности каналов ввода/вывода ВП	п. 10.5	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 11	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа;
- температура окружающей среды ( $25 \pm 10$ ) °С;
- измеряемая среда – вода по СанПиН 2.1.3684-21;
- температура измеряемой среды: ( $20 \pm 10$ ) °С;
- давление измеряемой среды: от 0,1 МПа;
- изменение температуры измеряемой среды в процессе одной поверки не более:  $\pm 2,0$  °С.

3.2 При беспроливном методе поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура измеряемой среды: ( $20 \pm 10$ ) °С
  - температура окружающей среды ( $25 \pm 10$ ) °С;
  - изменение температуры окружающей среды в процессе поверки не более  $\pm 1,0$  °С
- в минуту;
- относительная влажность окружающей среды от 30 до 70 %;
  - атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки расходомеров допускают поверителей (специалистов, отвечающих требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений), изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на расходомеры, эксплуатационную документацию на средства поверки и вспомогательные технические средства, а также прошедших инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением другого обученного персонала под контролем поверителя (специалиста, отвечающего требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений).

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массы	Вторичный эталон единиц массового расхода (массы) жидкости в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18
п. 10.1 Определение основной относительной погрешности расходомера	Рабочий эталон единиц массового расхода (массы) жидкости 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18

при измерении массы		
Раздел 8 Раздел 9 Раздел 10	Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от +10 до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,5$ °С диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3$ %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 рег. № 46434-11
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры п. 10.4 Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности жидкости	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ рег. № 32777-06
п. 10.5 Определение приведенной к диапазону погрешности каналов ввода/вывода ВП	Средство измерений силы постоянного тока Диапазон измерений: от 0 до 20 мА Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,0002 \cdot I + 2 \text{ е.м.р.})$ мА Диапазон воспроизведения: от 0 до 20 мА Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,0002 \cdot I + 2 \text{ е.м.р.})$ мА	Калибратор токовой петли FLUKE 705 рег. № 29194-05
п. 10.2 Беспроливная поверка	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением Field-Mate	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При использовании средств измерений с электропитанием необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие расходомеров следующим требованиям:

- внешний вид и маркировка должны соответствовать описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемый расходомер;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность расходомера;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей и маркировки на расходомере.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

8.1.1 Подготавливают средства измерения согласно их руководствам (инструкциям) по монтажу и эксплуатации.

8.1.2 Устанавливают расходомер на поверочную установку в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.1.3 Проверяют герметичность фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

8.1.4 В соответствии с руководством по эксплуатации и паспортом на расходомер проводят проверку правильности установленных коэффициентов: внутреннего диаметра первичного преобразователя расхода (далее – ППР), наибольшей частоты или веса импульса выходного сигнала, диапазона измерений расхода, коэффициента постоянной ППР, условия отсечки малых расходов, единицы измерений, коэффициент коррекции плотности.

8.1.5 В случае необходимости проводят автоматическую настройку нуля расходомера.

Примечание: пункт 8.1.2 выполняют только при проведении поверки с помощью поверочной установки.

8.2 При опробовании определяют работоспособность расходомера.

Опробование расходомера проводят путем увеличения или уменьшения расхода измеряемой среды, воспроизводимое поверочной установкой, в пределах диапазона измерений расходомера.

Примечание: в случае проведения поверки без использования поверочной установки, при наличии технической возможности изменения расхода в трубопроводе, на котором установлен расходомер, опробование допускается проводить на месте эксплуатации.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для проверки идентификационных данных программного обеспечения необходимо подать питание на расходомер.

Идентифицировать наименования и номер версий (идентификационные номера) основного программного обеспечения, ПО сенсора и ПО индикатора можно одним из способов:

- С помощью кнопок дисплея вторичного преобразователя с ЖКИ (далее – ВП) необходимо проследовать по дереву настроечных параметров в меню:

[Device root menu] (главное меню) ► [Detailed setup] (расширенные настройки) ► [Device information] (информация об устройстве) ► [Version/Number information] (номер версии).

- С персонального компьютера с установленным программным обеспечением Field-Mate для вторичного преобразователя без ЖКИ необходимо проследовать по дереву настроечных параметров в меню:

[Device root menu] (главное меню) ► [Detailed setup] (расширенные настройки) ► [Device information] (информация об устройстве) ► [Version/Number information] (номер версии).



- С помощью HART коммуникатора необходимо проследовать дереву настроечных параметров в соответствии с п.5.7.16 Меню Device information IM 01U10S01-00RU-R руководство по использованию ПО с протоколом связи HART.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Основное ПО	ПО сенсора	ПО индикатора
Идентификационное наименование ПО	Main software	Sensor software	Indicator software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже R1.01.01	не ниже R1.01.01	не ниже R1.01.01
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массы (массового расхода), объема (объемного расхода) жидкости с помощью поверочной установки проводится путем сравнения показаний расходомера с показаниями поверочной установки.

10.1.1 Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массы (массового расхода), объема (объемного расхода) жидкости при соотношении погрешностей эталона и расходомера не менее чем 1/3.

10.1.1.1 Определяют основную относительную погрешность при измерении массы жидкости на не менее чем трех равноудаленных значениях массового расхода жидкости в диапазоне от  $0,05 \cdot Q_{nom}$  до  $Q_{nom}$ , где  $Q_{nom}$  – номинальный массовый расход измерения жидкости для поверяемой модификации расходомера.

Длительность каждого измерения должна выбираться таким образом, чтобы количество накопленных импульсов было не менее 10000 или время измерения было не меньше 30 сек.

При каждом значении массового расхода проводят не менее 3-х измерений.

Основную относительную погрешность измерения массы жидкости расходомером определяют по формуле:

$$\delta_{Mij} = \left( \frac{M_{Пij} - M_{Эij}}{M_{Эij}} \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $j$  – порядковый номер точки расхода в которой проводятся измерения;

$i$  – порядковый номер измерения в каждой точке расхода;

$\delta_{Mij}$  – основная относительная погрешность расходомера при измерении массы жидкости, %;

$M_{Эij}$  – значение массы жидкости по показаниям эталона, кг;

$M_{Пij}$  – значение массы жидкости по показаниям расходомера, кг.

10.1.2 Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массы (массового расхода), объема (объемного расхода) жидкости при соотношении погрешностей эталона и расходомера более чем 1/3.

10.1.2.1 Определяют основную относительную погрешность при измерении массы жидкости на не менее чем трех равноудаленных значениях массового расхода жидкости в диапазоне от  $0,05 \cdot Q_{nom}$  до  $Q_{nom}$ .

Длительность каждого измерения должна выбираться таким образом, чтобы количество накопленных импульсов было не менее 10000, или время измерения было не меньше 30 сек.

При каждом значении массового расхода проводят не менее 5-ти измерений.

Основную относительную погрешность измерения массы жидкости расходомером определяют по формуле (1).

Вычисляют среднее значение основной относительной погрешность измерения массы для каждой точки расхода  $\delta_{Mj}$  и значение среднеквадратического отклонения результатов измерения  $S_j$  по формулам:

$$\delta_{Mj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{Mij} \quad (2)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\delta_{Mij} - \delta_{Mj})^2} \quad (3)$$

где  $n$  – количество измерений в каждой точке расхода.

Вычисляют значение расширенной неопределенности измерения с учетом неопределенности измерений эталона по формуле:

$$U_j = k \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{эт}}{2}\right)^2 + S_j^2} \quad (4)$$

где  $U_{эм}$  – расширенная неопределенность эталона при воспроизведении единицы массы (массового расхода).

$k$  – коэффициент охвата, для доверительной вероятности  $P = 0,95$  принимается равным 2. Если экспериментально для поверочной установки не было определено  $U_{эм}$ , то

$$U_{эт} = \frac{\delta_{эт}}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

где  $\delta_{эт}$  – пределы допускаемой относительной погрешности поверочной установки при измерении массы жидкости, %

10.2 Беспроливная проверка с помощью функции определения относительного измерения коэффициента жесткости трубок ППР.

10.2.1 Подготовка к беспроливной проверке.

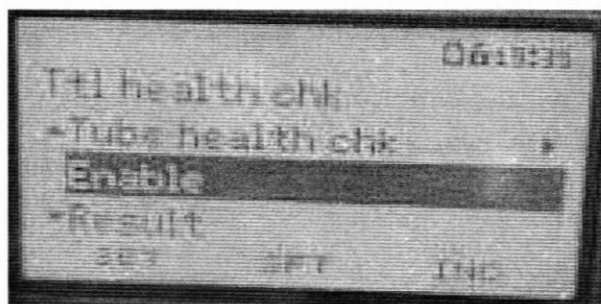
Беспроливная проверка может быть осуществлена строго при наличии опции /ТС (Tube health check).

10.2.1.1 В случае, если опция /ТС не активирована, ее можно активировать только в момент проверки при положительном результате на поверочной установке. Для возможности активации опции /ТС необходимо обратиться к изготовителю или его официальному представителю.

После активации необходимо выполнить референсное измерение жесткости трубок:

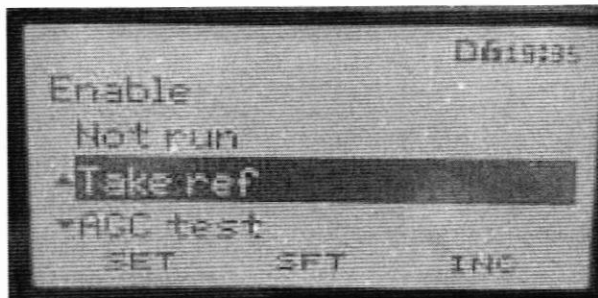
а) С помощью дисплея ВП.

- в пункте «Ttl health chk» выбрать «Enable»;



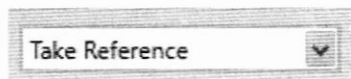
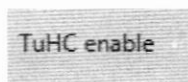
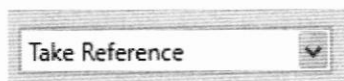
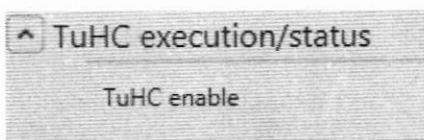


- в пункте «Enable» выбрать «Take ref»;



б) С помощью персонального компьютера (далее – ПК) с установленным на него программным обеспечением FieldMate

- в рабочей области программы в строках «TuHC execution/status» – «TuHC enable» и «TuHC enable» выбрать «Take Reference».



- в рабочей области программы нажать на кнопку «Download to device;»



Программа некоторое время выполняет проверку и сохраняет референсное измерение, которое будет использовано программой для сравнения в дальнейшем.

в) С помощью HART коммуникатора в соответствии с IM 01U10S01-00RU-R, руководство по использованию ПО с протоколом связи HART, п. 5.4.12, раздел Функция Tube health check.

10.2.1.2 Расходомер может поверяться при нескольких условиях:

- Расходомер может быть свободно подвешен, а фланцы закрыты заглушками или наклейками. Петли измерительных трубок должны быть направлены вниз, как на рисунке 1.

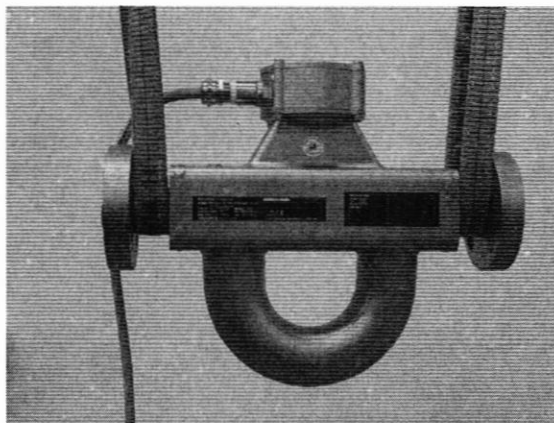


Рисунок 1 – Расходомер, подготовленный к имитационной поверке

- Расходомер может быть установлен в трубопровод, а задвижки до и после расходомера должны быть закрыты, чтобы обеспечивалось полное отсутствие движения измеряемой среды. При этом расходомер должен быть полностью заполнен измеряемой средой.

- Расходомер может оставаться установленным в трубопровод без остановки потока среды. Испытания должны проводиться при расходе среды не более  $0,25 \cdot Q_{\text{ном}}$ .

Перед началом процедуры беспроливной поверки следует выдержать расходомер в тех условиях, где она будет производиться. Изменение температуры внутри ППР должно быть не более чем на  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$ . Изменение температуры внутри ППР определяется с помощью встроенного датчика температуры и отображается на дисплее ВП.

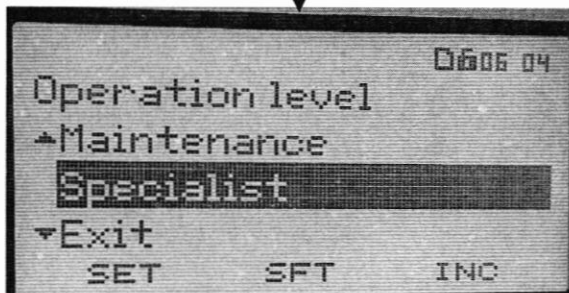
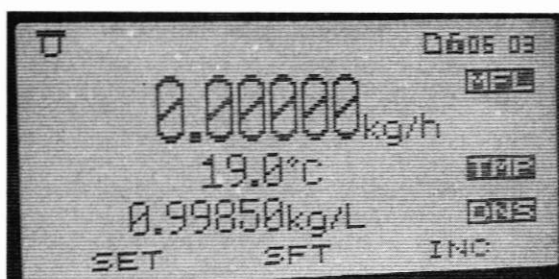
#### 10.2.2 Выполнение процедуры определения жесткости трубок (Tube health check)

Запустить данную процедуру можно или с помощью дисплея ВП расходомера, или с помощью ПК с установленным на него программным обеспечением FieldMate, или с помощью HART-коммуникатора.

##### 10.2.2.1 С помощью дисплея ВП расходомера.

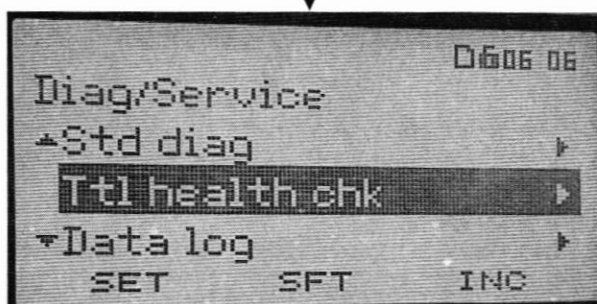
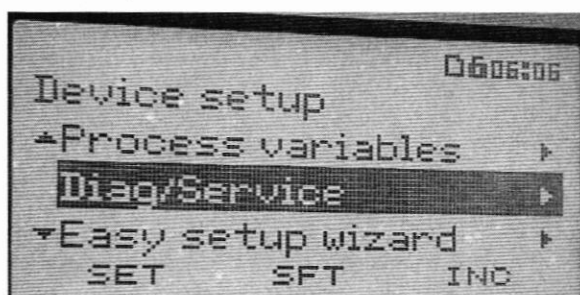
Запуск процедуры беспроливной поверки с помощью дисплея ВП расходомера происходит следующим образом:

- нажать кнопку «set» на 3 секунды и перейти в главное меню;



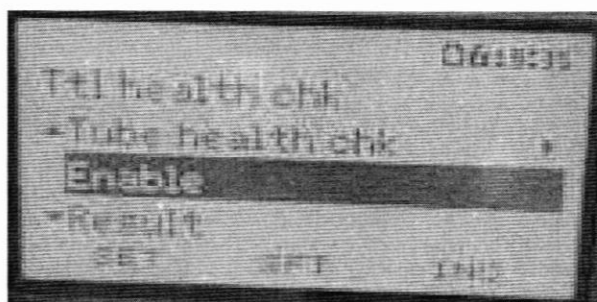
- в главном меню выбрать раздел «Specialist»;
- далее будет предложено ввести пароль (пароль по умолчанию 0000);

- в разделе «Specialist» необходимо выбрать пункт «Diag/Service»;
- далее необходимо выбрать пункт «Ttl health chk»;

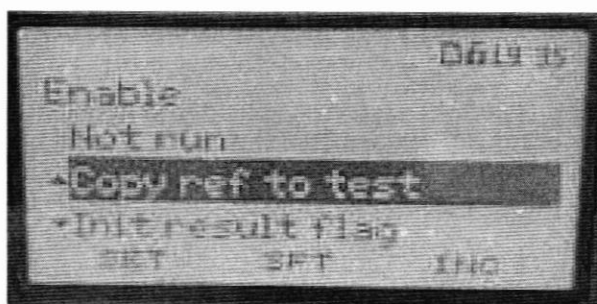


Необходимо скопировать результат референтского измерения жесткости трубок в ячейку памяти для проведения текущих измерений.

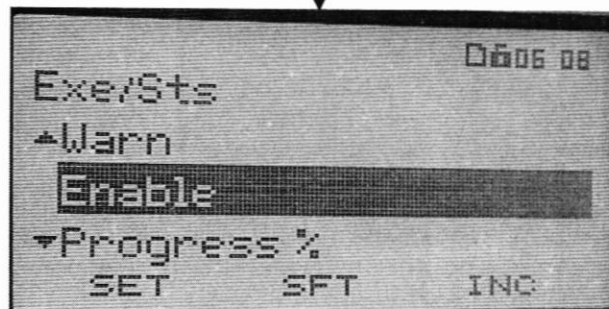
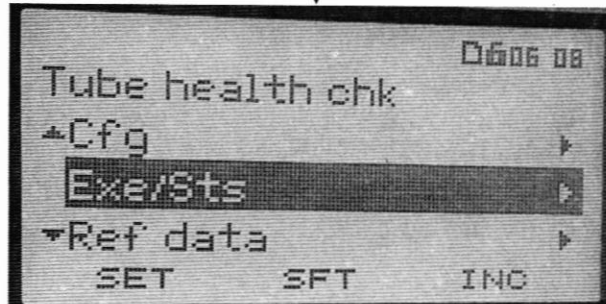
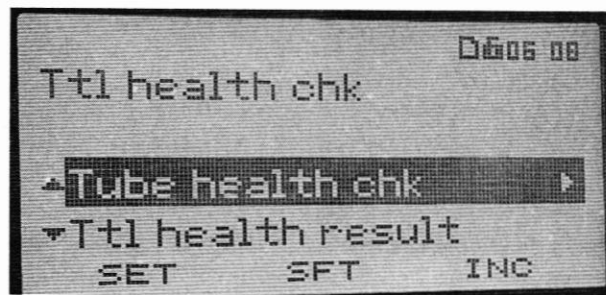
- в пункте «Ttl health chk» выбрать «Enable»;



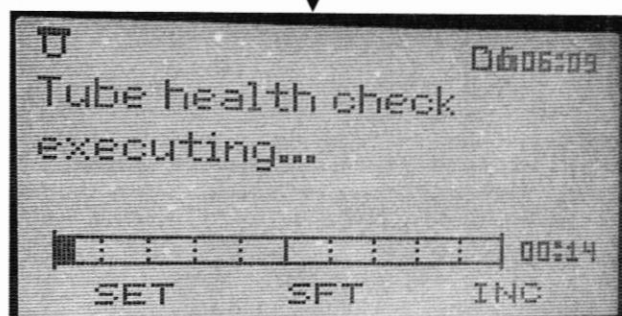
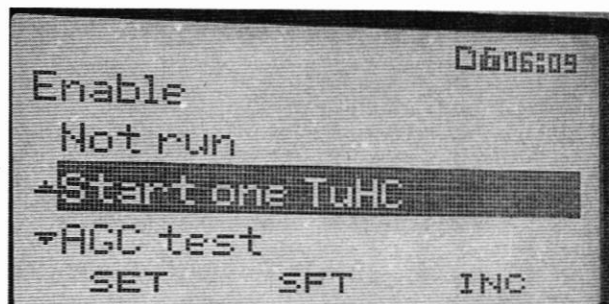
- в пункте «Enable» выбрать «Copy ref to test»;



- в пункте «Ttl health chk» выбрать пункт «Tube health chk»;
- в пункте «Tube health chk» выбрать пункт «Exe/Sts»;
- в пункте «Exe/Sts» выбрать пункт «Enable»;

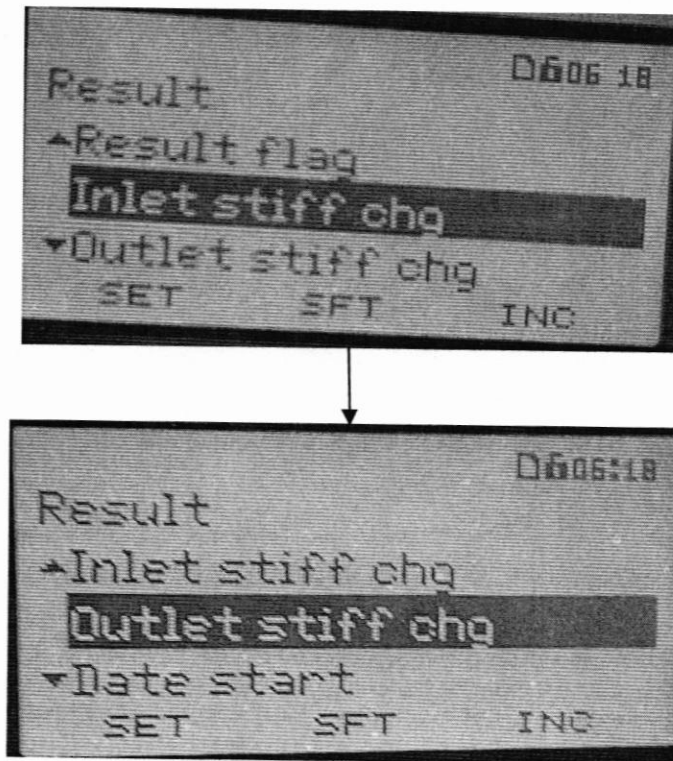


- в пункте «Enable» выбрать запуск программы «Start one TuHC» и дождаться пока программа закончит проверку;



- для просмотра полученных результатов необходимо вернуться в пункт «Tube health chk» и в нем выбрать пункт «Result». В этом пункте необходимо считать два параметра

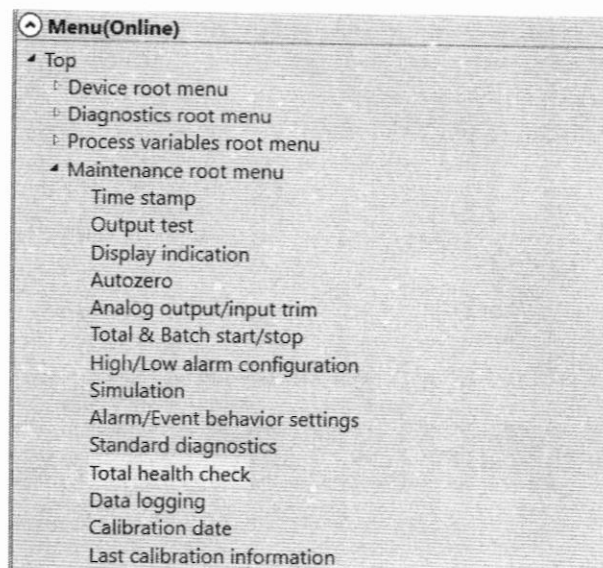
«Inlet stiff chg» и «Outlet stiff chg» (относительное изменение жесткости входной  $f_i^{\text{inlet}}$  и выходной  $f_i^{\text{outlet}}$  секции измерительных трубок сенсора).



10.2.2.2 С помощью ПК с установленным на него программным обеспечением FieldMate.

Запуск процедуры беспродливной поверки с помощью программного обеспечения FieldMate происходит следующим образом:

- в рабочей области программы выбрать «Total health check», в подменю «Total health check additional parameters» выбрать «apply»;

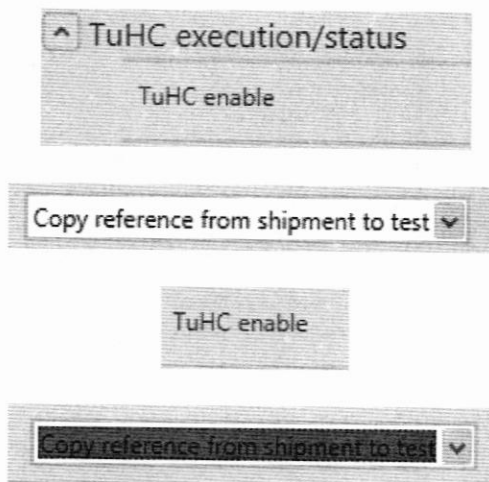


- в рабочей области программы нажать на кнопку «Download to device;»



Необходимо скопировать результат эталонного измерения жесткости трубок в ячейку памяти для проведения текущих измерений.

- в рабочей области программы в строках «TuHC execution/status» - «TuHC enable» и «TuHC enable» выбрать «Copy reference from shipment to test».

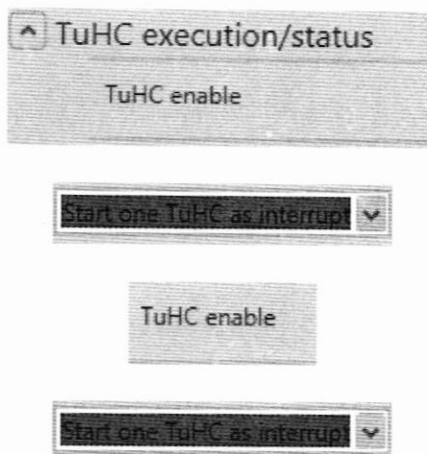


- в рабочей области программы нажать на кнопку «Download to device;»



После получения референтского измерения из внутренней памяти или по средствам нового измерения, для поверки необходимо выполнить следующее:

- в рабочей области программы в строках «TuHC execution/status» – «TuHC enable» и «TuHC enable» выбрать «Start one TuHC as interrupt».

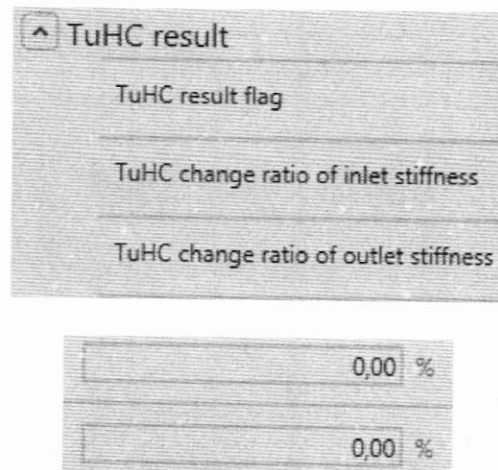


- в рабочей области программы нажать на кнопку «Download to device;»





- программа некоторое время выполняет проверку, а далее появляется окно с результатами. В данном окне нам надо считать параметры «Change ratio of inlet stiffness» и «Change ratio of outlet stiffness» (относительное изменение жесткости входной  $f_i^{inlet}$  и выходной  $f_i^{outlet}$  секции измерительных трубок сенсора).



10.2.2.3 Запуск без проливной поверки с помощью HART коммуникатора происходит в соответствии с IM 01U10S01-00RU-R, руководство по использованию ПО с протоколом связи HART, п. Функция Tube health check.

При запуске процедуры беспроливной поверки одним из перечисленных способов, ВП расходомера автоматически вычисляет относительное изменение жесткости (в процентах) входной  $f_i^{inlet}$  и выходной  $f_i^{outlet}$  секции измерительных трубок сенсора по формулам:

$$f_i^{inlet} = \frac{K_0^{inlet} - K_i^{inlet}}{K_0^{inlet}} \times 100\% \quad (6)$$

$$f_i^{outlet} = \frac{K_0^{outlet} - K_i^{outlet}}{K_0^{outlet}} \times 100\% \quad (7)$$

где  $K_i^{inlet}$  и  $K_i^{outlet}$  – жесткость на стороне входа и выхода измерительных трубок соответственно. Оценивается в ходе выполнения беспроливной поверки;

$K_0^{inlet}$  и  $K_0^{outlet}$  – жесткость на стороне входа и выхода измерительных трубок соответственно определенная при первоначальной проливной калибровке расходомера. Хранятся в нестираемой энергонезависимой памяти.

10.2.3 Повторить процедуру одним из способов, описанных в п. 10.2.2, десять раз, записывая результаты измерений.

Полученные значения должны удовлетворять следующему условию. Разница между двумя последовательными измерениями жесткости трубок не должна превышать 0,1%.

Если очередное измеренное значение жесткости трубок отличается от предыдущего более чем на 0,1%, то процедуру по п 10.2.2 следует повторить.

Если разница между двумя последовательными измерениями жесткости трубок превышает 0,1% более 10 раз, беспроливную поверку заканчивают, результат ее признается отрицательным, а расходомер подлежит поверке только на поверочной установке.

10.2.4 Рассчитывается усредненное значение относительного изменения жесткости трубок:

$$\overline{\Delta K} = \frac{1}{2} (\overline{f^{outlet}} + \overline{f^{inlet}}) \quad (8)$$

где

$$\overline{f^{outlet}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} |f_i^{outlet}|$$

$$\overline{f^{inlet}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} |f_i^{inlet}|$$
(9)

средние значения относительного изменения жесткости для выходной и входной части трубок ППР соответственно.

Таблица 4 – Допустимое значение жесткости трубок для модификаций ППР

Тип среды	Модификации ППР	Максимально допустимое значение изменения жесткости трубок, ΔК, %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения массы и массового расхода, %
Жидкость	RCExxx	±0,35	±0,25
	RCCSxx	±0,35	
	RCUxxx	±0,25	
Газ	RCExxx	±0,35	±0,75
	RCCSxx	±0,35	
	RCUxxx	±0,25	

10.3 Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры. Данную процедуру допускается проводить двумя способами:

- при подключении к поверочной установке, в состав которой входит рабочий эталон единицы температуры. Абсолютную погрешность расходомера при измерении температуры жидкости определяют по показаниям рабочего эталона единицы температуры, входящего в состав поверочной установки, и показаниям расходомера. Проводят не менее трех измерений. Абсолютную погрешность расходомера при измерении температуры определяют по формуле:

$$\Delta t_i = t_i - t_{эi}$$
(10)

где  $t_i$  – значение температуры по показаниям расходомера, °С;

$t_{эi}$  – значение температуры по показаниям рабочего эталона единицы температуры, °С.

- путем закрытия полости расходомера заглушкой с одной стороны и заполнением полости жидкостью. Рабочий эталон единицы температуры погружают в заполненную полость расходомера. Проводят не менее трех измерений. Абсолютную погрешность при измерении температуры определяют по формуле (10).

10.4 Определение абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности жидкости. Данная процедура производится с использованием жидкости поверочной установки.

Производят определение плотности жидкости по таблицам ГСССД 187-99 в соответствии с показаниями рабочего эталона единицы температуры. Проводят не менее трех измерений. Абсолютную погрешность расходомера при измерении плотности определяют по формуле:

$$\Delta \rho_i = \rho_i - \rho_{эi}$$
(11)

где  $\rho_i$  – значение плотности по показаниям расходомера, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{эi}$  – значение плотности воды, рассчитанное в соответствии с таблицами ГСССД 187-99, с учетом температуры воды, кг/м<sup>3</sup>.

10.5 Определение приведенной к диапазону погрешности каналов ввода/вывода ВП.

10.5.1 Определение приведенной к диапазону 4-20 мА погрешности преобразования массового (объемного) расхода в токовый выходной сигнал ВП.

Для определения погрешности аналогового выхода к соответствующим клеммам ВП согласно руководству по эксплуатации подключают средство измерения силы тока.

С помощью кнопок дисплея ВП или с помощью конфигурационного программного обеспечения на персональном компьютере, в режиме тестирования аналогового выхода, задают не менее 3х значений тока (включая значения 4 и 20 мА). При каждом значении с помощью кнопок дисплея или с помощью конфигурационного программного обеспечения контролируют параметр [Process variables] ► [View in] ► [AI Curr].

Приведенную к диапазону формирования токового сигнала погрешность аналогового выхода в процентах для каждого измерения рассчитывают по формуле:

$$\delta_{I_{out}} = \frac{(I_{ВП} - I_{изм})}{16} \times 100\% \quad (12)$$

где  $I_{ВП}$  – значение тока, введенное в меню расходомера для тестирования, мА;

$I_{изм}$  – значение тока, измеренное на клеммах токового выхода, мА.

10.5.2 Определение приведенной к диапазону 4-20 мА погрешности преобразования входного тока в значение величины.

Для определения погрешности аналогового входа к соответствующим клеммам ВП согласно руководству по эксплуатации подключают калибратор.

С помощью калибратора задают в цепи не менее трех 3 значений тока (включая значения 4 и 20 мА). При каждом значении с помощью кнопок дисплея или с помощью конфигурационного программного обеспечения контролируют параметр [Process variables] ► [View in] ► [AI Curr].

Приведенную к диапазону измерений токового сигнала погрешность аналогового входа в процентах для каждого измерения рассчитывают по формуле:

$$\delta_{I_{input}} = \frac{(I_{ВП1} - I_э)}{16} \times 100\% \quad (13)$$

где  $I_{ВП1}$  – значение тока, измеренное, мА;

$I_э$  – значение тока, заданное калибратором, мА.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Результат поверки по п. 7.1 считается положительным, если внешний вид и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений; если отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность расходомера; если отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки на расходомере.

Результат поверки по п. 8.2 считается положительным, если в процессе опробования расходомер функционирует в штатном режиме (отсутствуют диагностические сообщения об ошибках) и при увеличении или уменьшении расхода показания расходомера изменяются соответствующим образом.

Результат поверки по разделу 9 считается положительным если идентификационные наименования и номера версий (идентификационные номера) основного программного обеспечения, ПО сенсора и ПО индикатора соответствуют информации, указанной в описании типа.

Результат поверки по п. 10.1 считается положительным (при проведении поверки с помощью поверочной установки), если в каждой точке расхода значения

среднеквадратического отклонения результатов измерения  $S_j$  рассчитанное по формуле (3) не превосходит  $1/3$  пределов основной относительной погрешности измерений, указанных в описании типа для поверяемой модификации расходомера, а среднее значение основной относительной погрешности измерения массы  $\delta_{Mj}$  в каждой точке расхода, рассчитанное по формуле (2) и значение расширенной неопределенности измерения массы  $U_j$  рассчитанной по формуле (4) не превосходят пределов основной относительной погрешности измерений указанных в описании типа для поверяемой модификации расходомера.

При положительных результатах поверки по п. 10.1 расходомер признают годным к применению для измерений массы (массового расхода) и объема (объемного расхода) жидкости и для измерений массы (массового расхода) газа с пределами допускаемой основной относительной погрешности, указанными в описании типа, для поверяемой модификации расходомера и соответствующего вида измерений;

Результат поверки по п. 10.2 считается положительным (при проведении беспроточной поверки), если вычисленное среднее значение  $\Delta K$  не превышает пределов, указанных в таблице 4. При этом расходомер признается годным к эксплуатации с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений массы и массового расхода жидкости и газа, указанными в таблице 4;

Результат поверки по п. 10.3 считается положительным, если значения абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры жидкости не превосходит пределов допускаемой погрешности, указанных в описании типа для поверяемой модификации расходомера;

Результат поверки по п. 10.4 считается положительным, если значения абсолютной погрешности расходомера при измерении плотности жидкости не превосходят пределов допускаемой погрешности, указанных в описании типа для поверяемой модификации расходомера;

Результат поверки по п. 10.5.1 считается положительным, если значение приведенной к диапазону токового выхода погрешности для каждого измерения удовлетворяет условию:

$$|\delta_{I_{out}}| \leq 0,05 \%$$

Результат поверки по п. 10.5.2 считается положительным, если значение приведенной к диапазону токового входа погрешности для каждого измерения удовлетворяет условию:

$$|\delta_{I_{input}}| \leq 0,05 \%$$

Расходомер соответствует предъявляемым к нему метрологическим требованиям, если он соответствует всем перечисленным выше условиям.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

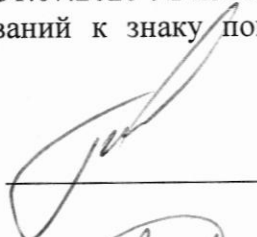
12.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки расходомера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

12.3 При положительных результатах поверки расходомера по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя в паспорте расходомера в разделе «Периодические поверки и поверки после ремонта».

12.4 При отрицательных результатах поверки, расходомер к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Ведущий инженер  
отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»



Д.П. Ломакин