



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

М.п. Москва

«12» августа 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ORTISONIC 3400

Методика поверки

РТ-МП-5750-449-2019

г. Москва
2019 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые OPTISONIC 3400 (далее – расходомеры), изготавливаемые ООО «КРОНЕ-Автоматика», Самарская область, Волжский район, посёлок Верхняя Подстёпновка и «KROHNE Altometer B.V.», Нидерланды, и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 4 года.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки расходомеров выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 - Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при: | |
|--|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7.1 | да | да |
| 2 Проверка герметичности | 7.2 | да | да |
| 3 Опробование | 7.3 | да | да |
| 4 Определение метрологических характеристик имитационным методом | 7.4.1 | нет ¹⁾ | да |
| 5 Определение метрологических характеристик с применением установки поверочной расходомерной | 7.4.2 | да | да |
| 6 Определение метрологических характеристик с применением расходомера ультразвукового с накладными датчиками | 7.4.3 | нет | да |
| 7 Определение метрологических характеристик с использованием преобразователей расхода системы измерения количества и показателей качества нефти (ПР СИКН). | 7.4.4 | нет | да |
| 8 Определение метрологических характеристик с применением ТПУ (ЭПУ) | 7.4.5 | нет | да |

¹⁾ При поверке расходомеров диаметром свыше DN1600 допускается проводить первичную поверку имитационным методом

2.2 Методика поверки предусматривает поверку расходомеров на месте эксплуатации на эксплуатационном расходе.

2.3 В случае отрицательных результатов поверки необходимо провести настройку нулевой точки расходомера. При необходимости провести настройку поверяемого канала расходомера. Если и после этого результаты поверки будут отрицательными, то поверку прекращают, а расходомер бракуют.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Средства поверки

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип основных или вспомогательных средств поверки метрологические и основные технические характеристики средств поверки |
|-------------------------------|---|
| 7.3.1 | Эталон 2-го разряда в соответствии с 1-й и 2-й частями Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта № 256 от 07.02.2018 |

Продолжение таблицы 2

| | |
|--------------|---|
| 7.3.4 | Установка трубопоршневая 2 разряда (ТПУ или ЭПУ) в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта № 256 от 07.02.2018 |
| 7.3.1 | Калибратор многофункциональный MC5-R (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 22237-08), ПГ = ±(0,02 % показаний + 1,5 мкА) |
| 7.3.1, 7.3.2 | Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 32156-06), диапазон измерений от минус 50 °С до плюс 200 °С, ПГ = ±0,09 % |
| 7.3.2 | Секундомер электронный «Интеграл С-01», (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 44154-16), диапазон измерений от 0 до 9:59:59,99 с, ПГ = ±(9,6 · 10 ⁻⁶ · T _x + 0,01) с |
| 7.3.3 | Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 41190-09), диапазон измерений частоты от 0,01 до 1000 Гц, $\delta_f = \pm(\delta_0 + 1/f_x \cdot t_{сч})$ |
| 7.3.3 | Расходомер жидкости ультразвуковой «Fluxus», модель ADM 6725 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 29099-05), диапазон измерений от 1375 до 110000 м ³ /ч, ПГ = ±0,5 % |
| 7.3.2 | Счетчик жидкости ультразвуковой ALTOSONIC 5 (ПР из состава СИКН), диапазон измерений объемного расхода должен соответствовать диапазону поверяемого расходомера, ПГ = ±0,15 % |

Т а б л и ц а 3 – Вспомогательные средства поверки

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип вспомогательных средств поверки |
|-------------------------------|---|
| 5, 7.2 – 7.3 | Прибор комбинированный Testo-610, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 38735-08; диапазон измерений температуры от 0 до +50 °С, ПГ _{темп} = ±0,5 °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 15 до 85 %, ПГ _{влажн} = ±2,5 % |
| 5, 7.2 – 7.3 | Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 5738-76. Диапазон измерений от 80 до 106 кПа, ПГ = ±0,2 кПа |
| 7.3.1 | Диагностическая система SoundCheck с программным обеспечением SoundCheck фирмы «Krohne Altometer»; в случае наличия USB-разъема на расходомере для проведения поверки ПК подключают к расходомеру с помощью USB-кабеля PC с программным обеспечением KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool |

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

4 Требования безопасности

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеющие группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;

- все разъемные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на расходомеры, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование;
- поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие на предприятии;
- монтаж и демонтаж расходомеров должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

5 Условия проведения поверки

5.1 При проведении поверки на установке поверочной расходомерной (далее установке) должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 20 до 95 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- температура окружающей среды $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- дрейф температуры за время поверки, не более $3 ^\circ\text{C}/\text{ч}$.

5.2 При проведении поверки на месте эксплуатации расходомеров без демонтажа с измерительной линии условия поверки должны соответствовать условиям эксплуатации. Расходомер и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей и т.п., так как это может вызвать образование конвекционных потоков внутри расходомера.

5.3 При проведении поверки на месте эксплуатации расходомеров в составе СИКН должны быть соблюдены следующие условия:

- поверку проводить на месте эксплуатации в комплекте с элементами измерительных линий;
- изменение температуры рабочей жидкости на входе и выходе установки, в ПР (преобразователе расхода) и в поверяемом ультразвуковом расходомере за время измерений не должно превышать $0,2 ^\circ\text{C}$;
- температура, влажность окружающей среды и физико-химические показатели рабочей жидкости соответствуют условиям эксплуатации СИКН;
- отклонение вязкости рабочей жидкости за время поверки должно находиться в допусковых пределах для применяемых ПР;
- диапазоны рабочего давления и объемного расхода определяются типоразмером поверяемого УЗР и технологическими ограничениями;
- содержание нерастворенного (свободного) газа не допускается;
- для обеспечения безкавитационной работы избыточное давление P_{min} , МПа, в трубопроводе после поверяемого УЗР и ПР должно быть $P_{\text{min}} = 2,06 \cdot P_{\text{НП}} + 2 \cdot \Delta P$, где $P_{\text{НП}}$ – давление насыщенных паров, определенное в соответствии с ГОСТ 1756-2000 «Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров» при максимально возможной температуре рабочей жидкости, МПа;
- ΔP – перепад давления на расходомер или ПР, указанный в эксплуатационной документации, МПа.

6 Подготовка к поверке

6.1 Подготавливают к работе средства измерений, применяемые при поверке расходомера, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.2 Подготавливают расходомер к работе в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации.

6.3 Подключают расходомер к источнику питания, поверочной установке и(или) другим средствам поверки.

6.4 Настраивают расходомер для измерения расхода соответствующей среды в соответствии с эксплуатационной документацией.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре расходомеров проверяется:

- соответствие комплектности расходомера требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, не позволяющих провести поверку;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки, индикатора.

Результат проверки считается положительным, если по внешнему виду и маркировке расходомер соответствует данным, указанным в эксплуатационной документации.

7.1.2 Проверка соответствия идентификационных данных программного обеспечения

Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого необходимо в меню В3.3-6 расходомера считать номер версии.

Номер версии ПО должен быть не ниже 3.0.1.

Результат проверки считается положительным, если данные ПО соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Идентификационные данные

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|-------------------------------------|---------------|
| Идентификационное наименование ПО | CG360 |
| Идентификационный номер ПО | не ниже 3.X.X |

7.2 Проверка герметичности

Для проверки герметичности необходимо установить расходомер в рабочий канал поверочной установки, заполнить его водой под давлением, максимальным для данной установки, в соответствии с ее руководством по эксплуатации. Затем перекрыть вход и выход рабочего канала поверочной установки.

После этого расходомер выдерживают в течение 10 минут.

При поверке по п. 7.3.1 проверка герметичности не требуется.

Результат проверки считается положительным, если в местах соединений и на корпусе расходомера не наблюдается каплеобразования или течи.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение метрологических характеристик имитационным методом

7.3.1.1 Имитационный метод с демонтажем расходомера

а) Проверка «нулевого расхода»

Войти в режим измерений расхода жидкости испытуемого расходомера согласно "Руководству по эксплуатации". На дисплее преобразователя сигналов расходомера отображается измеренное значение расхода, величина которого не должна превышать $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot DN \text{ м}^3/\text{ч}$, где DN – номинальный диаметр проточной части расходомера (указывается в паспорте или/и на табличке расходомера).

б) Определение погрешности формирования выходных сигналов

б.1) Определение погрешности формирования выходного токового сигнала.

Испытания по данному пункту проводится только при наличии токового выхода.

Настроить токовый выход расходомера, в соответствии с РЭ, на режим имитации объемного расхода.

Подключить калибратор МС-5R в режиме измерения постоянного тока к токовому выходу (клеммы А, В или С в зависимости от типа преобразователя сигналов по схемам, приведенным в РЭ). Задать в меню В1.1 значения расхода 10, 25, 50, 75, 100 % от диапазона, заданного в меню (см. раздел 2.3.3 и 2.3.4 РЭ). Значение тока $I_{\text{расч}}$, мА, на выходе расходомера, соответствующее заданному расходу Q_0 , м³/ч, рассчитать по формуле

$$I_{\text{расч}} = \left(\frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}} \right) \cdot (Q_0 - Q_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (1)$$

где I_{max} – значение установленного диапазона токового выхода, соответствующее 100 % расхода, мА;
 I_{min} – значение установленного диапазона токового выхода, соответствующее 0 % расхода, мА;
 Q_{min} – значение, соответствующее 0 % расхода, м³/ч;
 Q_{max} – значение, соответствующее 100 % расхода, м³/ч;
 Q_0 – значение расхода, заданное в меню расходомера (меню В1.1), м³/ч.

Приведенную погрешность формирования значений токового сигнала, γ_I , %, рассчитать по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{\text{изм}}$ – ток на выходе преобразователя сигналов, мА;

Расходомер считается прошедшим испытания по данному пункту, если значения приведенной погрешности формирования значений токового сигнала γ_I не превышают $\pm 0,05$ %.

б.2) Определение погрешности формирования частотного сигнала

Испытания по данному пункту проводится только при наличии частотного выхода.

Настроить частотный выход преобразователя сигналов, в соответствии с РЭ, на режим имитации объемного расхода. Подключить частотомер к частотному (импульсному) выходу преобразователя сигналов.

Значение частоты $F_{\text{расч}}$, Гц, на выходе расходомера, соответствующее заданному расходу Q_0 , м³/ч, рассчитать по формуле

$$F_{\text{расч}} = \left(\frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}} \right) \cdot (Q_0 - Q_{\text{min}}) + F_{\text{min}}, \quad (3)$$

где Q_0 – значение расхода, заданное в меню расходомера (меню В1.1), м³/ч;
 Q_{min} – значение, соответствующее 0 % расхода, м³/ч;
 Q_{max} – значение, соответствующее 100 % расхода, м³/ч;
 F_{min} – значение частоты, соответствующее 0 % расхода, Гц;
 F_{max} – значение частоты, соответствующее 100 % расхода, Гц.

Относительную погрешность формирования значений частотного сигнала δ_F , %, рассчитать по формуле

$$\delta_F = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $F_{\text{изм}}$ – частота на выходе преобразователя сигналов, Гц;

Расходомер считается прошедшим испытания по данному пункту, если значения относительной погрешности формирования значений частотного сигнала δ_F не превышают $\pm 0,05$ %.

в) Определение погрешности измерений скорости звука в воде

Измерительный канал расходомера закрыть с одной стороны заглушкой и повернуть так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении, и заполнить его дистиллированной водой по ГОСТ 6709-72 «Вода дистиллированная. Технические условия». Выдержать расходомер с водой в течение 10 минут.

Измерить температуру воды термометром. Поверяемым расходомером определить

скорость звука. Измерения проводить в течение 5 минут с усреднением полученных результатов.

Погрешность измерений скорости звука в воде, δv , %, определить по формуле

$$\delta v = \frac{v_i - v_{\text{э}}}{v_{\text{э}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где v_i – значение скорости звука в воде, измеренное расходомером, м/с;
 $v_{\text{э}}$ – расчетная скорость звука в воде, м/с.

Расчетную скорость звука в дистиллированной воде, м/с, определить в соответствии с Приложением Б.

Если выполнены условия испытаний по п.п. а.) и б.), и значение погрешности измерений скорости звука не превышает $\pm 0,3$ %, то расходомер считается прошедшим поверку по данному пункту. В этом случае погрешность измерений объёмного расхода (объёма) соответствует значениям, указанным в таблице 5.

7.3.1.2 Имитационный метод без демонтажа расходомера.

Поверка может проводиться без демонтажа расходомера в условиях эксплуатации.

При определении метрологических характеристик без демонтажа расходомера необходимо обеспечить отсутствие течения жидкости в трубопроводе. Поверка проводится при рабочем давлении и при стабильной температуре окружающей среды и рабочей жидкости.

а) Проверка качества ультразвукового сигнала

В случае отсутствия USB-разъема на преобразователе сигналов диагностику параметров сигнала и их оценку проводят с использованием диагностической системы «SoundCheck», согласно «Инструкции по эксплуатации «SOUNDCHECK». Необходимо подключить адаптер «SoundCheck» к преобразователю сигналов UFC 400. Запуск и работу в программе SOUNDCHECK проводить в соответствии с Приложением В. Испытания проводятся после очистки трубопровода.

В случае наличия USB-разъема на преобразователе сигналов для проведения испытаний ПК подключают к прибору с помощью USB-кабеля PC с программным обеспечением KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool (версия 1.5.1.1 и выше) и на экран PC выводят диаграмму сигнала прибора в соответствии с Приложением Г.

В окне программы SOUNDCHECK или на диаграмме программы KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool проверяют следующие значения параметров:

– Значения параметров "Transit time UP"/"Transit time DOWN". Данный параметр определяет время прохождения ультразвукового сигнала по потоку и против потока в микросекундах. Разница между значениями параметров "Transit time UP"/ "Transit time DOWN" прямо пропорционально скорости потока. Значения данного параметра не должны отличаться между собой более чем на 5 нс;

– значения параметров "SN Ratio UP"/ "SN Ratio DOWN"(соотношение сигнал/шум по потоку и против), измеряемое в логарифмических единицах (децибелах). При нормальной работе прибора в ситуации, когда расход равен нулю, эта величина всегда должна быть больше 30 дБ;

– значение параметра "AGC value" (при использовании SOUNDCHECK) или параметра "Gain" (при использовании программы KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool) определяет уровень усиления, необходимый для нормальной обработки измеренного сигнала. Нормальное значение данного параметра зависит от типоразмера прибора и не должно превышать значение 50 дБ.

б) Проверка «нулевого расхода»

Войти в режим измерений расхода жидкости испытуемого расходомера согласно "Руководству по эксплуатации". На дисплее преобразователя сигналов расходомера отображается измеренное значение расхода, величина которого не должна превышать

$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot DN \text{ м}^3/\text{ч}$, где DN – номинальный диаметр проточной части расходомера (указывается в паспорте или/и на табличке расходомера).

в) Определение погрешности формирования выходных сигналов

Определение погрешности формирования выходных сигналов (токового и/или частотного выходов) осуществляется по методике, изложенной в п.п. б.), п. 7.3.1.1 настоящей методики.

г) Определение погрешности измерений скорости звука в жидкости

Проточная часть расходомера заполняется однородной жидкостью. Проверяется стабилизация температуры жидкости в пределах $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, в течение 15 минут. Испытания начинаются, если изменение среднего по всем хордам значения скорости звука в жидкости, в течение 15 минут, не будет превышать $\pm 0,2 \text{ м/с}$.

Рассчитывают значение скорости звука в жидкости $v_{\text{з}}$, м/с, по формуле

$$v_{\text{з}} = \sqrt{\frac{1}{X \cdot \rho}}, \quad (6)$$

где X – коэффициент сжимаемости жидкости, $\text{м}^2/\text{Н}$;
 ρ – плотность жидкости, кг/м^3 .

Погрешность измерений скорости звука в жидкости определить по формуле (5).

Если выполнены условия испытаний по п.п. а.) – в.), и значение погрешности измерений скорости звука не превышает $\pm 0,3 \%$, то расходомер считается прошедшим поверку по данному пункту. В этом случае погрешность измерений объёмного расхода (объёма) соответствует значениям, указанным в таблице 5.

7.3.2 Определение метрологических характеристик при помощи установки поверочной расходомерной

Допускается проводить поверку только по объёмному расходу или объёму.

7.3.2.1 Перед началом проведения поверки в расходомере необходимо проверить следующие параметры:

- направление потока;
- отсечку малых расходов;
- провести проверку нуля расходомера при помощи установки поверочной расходомерной (далее – установки);
- сверить значение коэффициента ГК (постоянной расходомера), указанной на шильде (или в свидетельстве о предыдущей поверке) и в меню расходомера (п. меню С1.2.2);
- изменить значение температуры измеряемой среды (п. С1.8 меню расходомера) на значение температуры поверочной среды. После окончания поверки необходимо восстановить значение рабочей температуры.

Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода провести на установке в трех точках расхода, равномерно распределенных в диапазоне от $1,05 \cdot Q_{\text{min}}$ до $0,95 \cdot Q_{\text{max}}$ (где: Q_{min} – наименьший расход расходомера, $\text{м}^3/\text{ч}$; Q_{max} – наибольший расход расходомера, $\text{м}^3/\text{ч}$). Диапазон расходов расходомера указан в его меню (см. раздел 2.3.3 и 2.3.4 руководства по эксплуатации).

В случае, когда наибольший расход расходомера соответствует скорости потока более 4 м/с , то его следует изменить, в соответствии со следующими критериями:

- для $25 \leq DN \leq 40$ – установить расход, соответствующий 10 м/с ;
- для $40 < DN \leq 80$ – установить расход, соответствующий 7 м/с ;
- для $80 < DN \leq 900$ – установить расход, соответствующий 4 м/с ;
- для $900 < DN \leq 1600$ – установить расход, соответствующий $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

После поверки необходимо вернуть исходные значения.

Для каждого значения расхода провести одно измерение. Время проведения измерения должно быть не менее 60 секунд или минимальное число импульсов, накопленных за время проведения одного измерения, должно быть не менее 10000.

Если после проведения измерений значение погрешности превышает допустимое (таблица 5), то измерение повторяют, а неудовлетворительное измерение – исключают.

Относительную погрешность измерений объемного расхода δ_Q , %, рассчитать по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q_{\text{ИЗМ}} - Q_{\text{ЭТ}}}{Q_{\text{ЭТ}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $Q_{\text{ЭТ}}$ – расход по установке, м³/ч;
 $Q_{\text{ИЗМ}}$ – расход по расходомеру, м³/ч.

Относительную погрешность измерений объема δ_V , %, рассчитать по формуле

$$\delta_V = \frac{V_{\text{ИЗМ}} - V_{\text{ЭТ}}}{V_{\text{ЭТ}}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $V_{\text{ЭТ}}$ – объем по установке, м³;
 $V_{\text{ИЗМ}}$ – объем по расходомеру, м³.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объемного расхода δ_Q , %, или объема δ_V , %, не превышают значений, указанных в таблице 5.

7.3.2.2 В случае, если при поверке используется аналоговый выход расходомера, то объемный расход жидкости Q_i , м³/ч, через расходомер, вычисляется по формуле

$$Q_i = Q_{\text{min}} + \frac{I_{\text{ИЗМ}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}) \quad (9)$$

где I_{max} – максимальное значение установленного диапазона токового выхода, соответствующее максимальному расходу для данного расходомера, мА;
 I_{min} – минимальное значение установленного диапазона токового выхода, соответствующее минимальному расходу для данного расходомера, мА;
 Q_{min} – значение, соответствующее минимальному расходу расходомера, м³/ч;
 Q_{max} – значение, соответствующее максимальному расходу расходомера, м³/ч;
 $I_{\text{ИЗМ}}$ – значение тока на выходе расходомера, соответствующее расходу Q_i , мА

Относительную погрешность измерений объемного расхода δ_Q , %, рассчитать по формуле (7).

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объемного расхода δ_Q , %, не превышают значений, указанных в таблице 5.

7.3.2.3 В случае, если при поверке используется частотный выход расходомера, то расход жидкости Q_i , т/ч, через расходомер, вычисляется по формуле

$$Q_i = Q_{\text{min}} + \frac{F_{\text{ИЗМ}} - F_{\text{min}}}{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}} \cdot (Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}}) \quad (10)$$

где F_{max} – максимальное значение установленного диапазона частотного выхода, соответствующее максимальному расходу для данного расходомера, Гц;
 F_{min} – минимальное значение установленного диапазона частотного выхода, соответствующее минимальному расходу для данного расходомера, Гц;
 Q_{min} – значение, соответствующее минимальному расходу расходомера, м³/ч;
 Q_{max} – значение, соответствующее максимальному расходу расходомера, м³/ч;
 $F_{\text{ИЗМ}}$ – значение частоты на выходе расходомера, соответствующее расходу Q_i , Гц

Относительную погрешность измерений объемного расхода δ_Q , %, рассчитать по формуле (7)

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объемного расхода δ_Q не превышают значений, указанных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---------------------------------------|
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, % | |
| – при скорости потока от 1,0 до 20,0 м/с ¹⁾ | ±0,3 |
| – при скорости потока от 0,5 до 20,0 м/с | ±0,5 (±1,5; ±3,0; ±6,0) ²⁾ |
| – при скорости потока от 0,25 до 0,5 м/с | ±1,0 |
| – при скорости потока от 0,125 до 0,25 м/с | ±2,0 |
| – при скорости потока от 0,06 до 0,125 м/с | ±4,0 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности при поверке проливным методом в условиях эксплуатации на рабочей среде при скорости потока от 0,5 до 15 м/с, % | ±0,3 ³⁾ |
| ¹⁾ Специальное исполнение ²⁾ При поверке в условиях эксплуатации с использованием накладных ультразвуковых расходомеров с ПГ ±0,5 %; ±1,0 %; ±2,0 % соответственно. При скорости потока 0,5 м/с и ниже поверка в условиях эксплуатации с использованием накладных ультразвуковых расходомеров не проводится. ³⁾ Специальное исполнение. Изготавливается по заказу совместно с прямыми участками. | |
| Пр и м е ч а н и е – Скорость потока v , м/с, пересчитывается в расход жидкости Q , м ³ /ч, пересчитывается по формуле | |
| $Q = \frac{3600 \cdot v \cdot \pi \cdot D^2}{4}$ | |
| где D – диаметр проточной части расходомера (указывается в паспорте или/и на шильде расходомера), м (при необходимости уточнения внутреннего диаметра проточной части – связаться с изготовителем); π – число Пи. | |

7.3.3 Определение метрологических характеристик с применением расходомера ультразвукового с накладными датчиками

Определение относительной погрешности измерений объемного расхода на месте эксплуатации без демонтажа проводится с применением расходомера ультразвукового с накладными датчиками.

Подготовить расходомер ультразвуковой с накладными датчиками (далее – накладной расходомер) в соответствии с руководством по эксплуатации. Особое внимание уделить параметрам, вводимым в накладной расходомер:

- времени усреднения;
- типу и температуре жидкости, на которой проводятся измерения;
- материалу трубы;
- подготовке и самому месту установки накладных датчиков;
- соблюдению прямых участков в соответствии с РЭ на накладной и поверяемый расходомер.
- нельзя располагать накладные датчики в той же плоскости, в которой находятся датчики поверяемого расходомера.

Определение погрешности проводят на эксплуатационном расходе. В случае, если таких расходов несколько, то поверку проводят в трех точках расхода, равномерно распределенных в диапазоне от наибольшего до наименьшего (для данного диапазона расходов).

Дождаться установившегося потока и зафиксировать наибольшие и наименьшие показания накладного и поверяемого расходомеров. Затем рассчитать средние арифметические значения зафиксированных показаний для обоих расходомеров.

Относительную погрешность измерений объемного расхода δ_Q , %, рассчитать по формуле (7).

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значения относительной погрешности измерений объемного расхода не превышают $\pm 1,5\%$; $\pm 3,0\%$; $\pm 6,0\%$ соответственно при использовании в качестве эталонов накладных расходомеров с погрешностью $\pm 0,5\%$; $\pm 1,0\%$; $\pm 2,0\%$.

7.3.4 Определение метрологических характеристик с использованием преобразователей расхода системы измерений количества и показателей качества нефти (ПР СИКН)

Определение метрологических характеристик с использованием ПР СИКН проводится по методике, изложенной в МИ 2956-2005 «ГСИ. Ультразвуковые преобразователи расхода нефти с диаметром условного прохода 400 мм и более. Методика поверки».

Примечание – Условие выполнения п. 2.2 формулы (8) приложения А МИ 2956-2005 «ГСИ. Ультразвуковые преобразователи расхода нефти с диаметром условного прохода 400 мм и более. Методика поверки»: $S_j = \leq 0,08\%$.

7.3.5 Определение метрологических характеристик с применением ТПУ (ЭПУ)

Определение метрологических характеристик с применением ТПУ (ЭПУ) проводится по методике, изложенной в МИ 3287-2010 «ГСИ. Преобразователи объемного расхода. Методика поверки».

Примечание – Условие выполнения п. 10.13 формулы (21) МИ 3287-2010 «ГСИ. Преобразователи объемного расхода. Методика поверки»: $S_j = \leq 0,08\%$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы (пример приведен в Приложении А).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и (или) делается отметка в паспорте. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

8.3 Если коэффициент градуировки (коррекции) изменялся при поверке, то его указывают на обратной стороне свидетельства о поверке и (или) в паспорте.

8.4 При отрицательных результатах поверки выдают извещение о непригодности средства измерений, в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Разработали:

Начальник лаборатории № 449

А.А. Сулин

Ведущий инженер по метрологии лаборатории № 449

И.В. Беликов

Протокол поверки №

Наименование СИ Расходомер-счетчик ультразвуковой
 Тип OPTISONIC 3400
 Заводской номер
 Диаметр условного прохода, DN
 Конечное значение шкалы
 Поверочная среда
 Температура поверочной среды
 Температура окружающей среды
 Атмосферное давление
 Относительная влажность
 НД на методику поверки
 Место проведения поверки
 Эталоны и вспомогательное оборудование (тип, номер, дата очередной поверки)
 Результат внешнего осмотра:
 Результат опробования:
 Результаты определения метрологических характеристик

1. Объемный расход

| Задаваемый расход, % | Задаваемый расход, м ³ /ч | Погрешность СИ δ_Q , % |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

2. Погрешность формирования выходного токового сигнала

| Объемный расход Q_i , м ³ /ч | $I_{мин}$, мА | I_{max} , мА | $Q_{мин}$, м ³ /ч | Q_{max} , м ³ /ч | $I_{нзм}$, мА | Относительная погрешность измерений объемного расхода δ_Q , % |
|---|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

3. Погрешности формирования значений частотного сигнала

| Объемный расход Q_i , м ³ /ч | $F_{мин}$, Гц | F_{max} , Гц | $Q_{мин}$, м ³ /ч | Q_{max} , м ³ /ч | $F_{нзм}$, Гц | Относительная погрешность измерений объемного расхода δ_Q , % |
|---|----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Постоянная расходомера GK:

Заключение о пригодности СИ к применению

Годеи/Не годеи

Поверитель _____

Дата:

Протокол имитационной поверки №

Наименование СИ Расходомер-счетчик ультразвуковой

Тип OPTISONIC 3400

Заводской номер

Диаметр условного прохода, DN

Конечное значение шкалы

Поверочная среда

Температура поверочной среды

Температура окружающей среды

Атмосферное давление

Относительная влажность

НД на методику поверки

Место проведения поверки

Эталоны и вспомогательное оборудование (тип, номер, дата очередной поверки)

Результат внешнего осмотра:

Результат опробования:

Результаты определения метрологических характеристик

1. Погрешность скорости звука

| Значение скорости звука в среде, измеренное расходомером, V_1 м/с | Расчетная скорость звука в среде, V_0 м/с | Погрешность СИ δ_v , % |
|---|---|-------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

2. Погрешность формирования выходного токового сигнала

| Задаваемый расход, % | $I_{мин}$, мА | I_{max} , мА | $I_{расч}$, мА | $I_{изм}$, мА | Приведенная погрешность формирования значений токового сигнала δ_I , % |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---|
| 10 | | | | | |
| 25 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 75 | | | | | |
| 100 | | | | | |

3. Погрешности формирования значений частотного сигнала

| Задаваемый расход, % | $F_{мин}$, Гц | F_{max} , Гц | $F_{расч}$, Гц | $F_{изм}$, Гц | Приведенная погрешность формирования значений частотного сигнала δ_F , % |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---|
| 10 | | | | | |
| 25 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 75 | | | | | |
| 100 | | | | | |

Постоянная расходомера GK:

Заключение о пригодности СИ к применению

Годен/Не годен

Поверитель _____

Дата:

Значения термодинамической скорости распространения звука в нормальной, деаэрированной, дистиллированной (ГОСТ 6709-72 «Вода дистиллированная. Технические условия») воде при температурах от 0 до +100 °С и при атмосферном давлении (из ГСССД 190-2000 «Вода. Скорость звука при температурах от 0 до +100 °С и давлениях 0,101325 – 100 МПа»).

Т а б л и ц а Б.1 – Значения термодинамической скорости распространения звука в воде

| <i>t</i> , °С | <i>V(t)</i> , м/с | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1402,39 | 1407,37 | 1412,23 | 1416,99 | 1421,63 | 1426,17 | 1430,60 | 1434,92 | 1439,14 | 1443,26 |
| 10 | 1447,28 | 1451,20 | 1455,03 | 1458,76 | 1462,40 | 1465,94 | 1469,40 | 1472,77 | 1476,05 | 1479,25 |
| 20 | 1482,36 | 1485,39 | 1488,33 | 1491,20 | 1493,99 | 1496,70 | 1499,34 | 1501,90 | 1504,39 | 1506,80 |
| 30 | 1509,14 | 1511,42 | 1513,62 | 1515,76 | 1517,82 | 1519,83 | 1521,76 | 1523,64 | 1525,45 | 1527,19 |
| 40 | 1528,88 | 1530,51 | 1532,07 | 1533,58 | 1535,03 | 1536,42 | 1537,76 | 1539,04 | 1540,27 | 1541,44 |
| 50 | 1542,57 | 1543,63 | 1544,65 | 1545,61 | 1546,53 | 1547,39 | 1548,21 | 1548,98 | 1549,70 | 1550,37 |
| 60 | 1551,00 | 1551,58 | 1552,11 | 1552,60 | 1553,04 | 1553,44 | 1553,80 | 1554,11 | 1554,39 | 1554,61 |
| 70 | 1554,80 | 1554,95 | 1555,06 | 1555,12 | 1555,15 | 1555,13 | 1555,08 | 1554,99 | 1554,86 | 1554,69 |
| 80 | 1554,49 | 1554,25 | 1553,97 | 1553,65 | 1553,30 | 1552,91 | 1552,49 | 1552,04 | 1551,55 | 1551,02 |
| 90 | 1550,46 | 1549,87 | 1549,24 | 1548,59 | 1547,89 | 1547,17 | 1546,42 | 1545,63 | 1544,81 | 1543,97 |
| 100 | 1543,09 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

П р и м е ч а н и е – Промежуточные значения скорости звука от температуры рассчитать методом линейной интерполяции по формуле

$$V(t) = V(t_0) + \frac{V(t_1) - V(t_0)}{t_1 - t_0} \times (t - t_0), \quad (\text{Б.1})$$

Пример работы с программой SOUNDCHECK

Запуск программы SOUNDCHECK осуществляется следующим образом:

Сначала необходимо подключить разъем адаптера SOUNDCHECK к преобразователю сигналов UFC 400. Затем подключить USB-разъем адаптера к компьютеру. После этого нужно запустить программу с помощью иконки. Программа запустится и на экране появится следующее окно:



Рисунок В.1 – Стартовое окно

Для подключения к прибору необходимо активизировать меню "Connect". Если соединение пройдет удачно, то это окно примет следующий вид:



Рисунок В.2 – Окно подключения

Необходимо зайти во вкладку «Signal processing» и выбрать «View Primary Data»

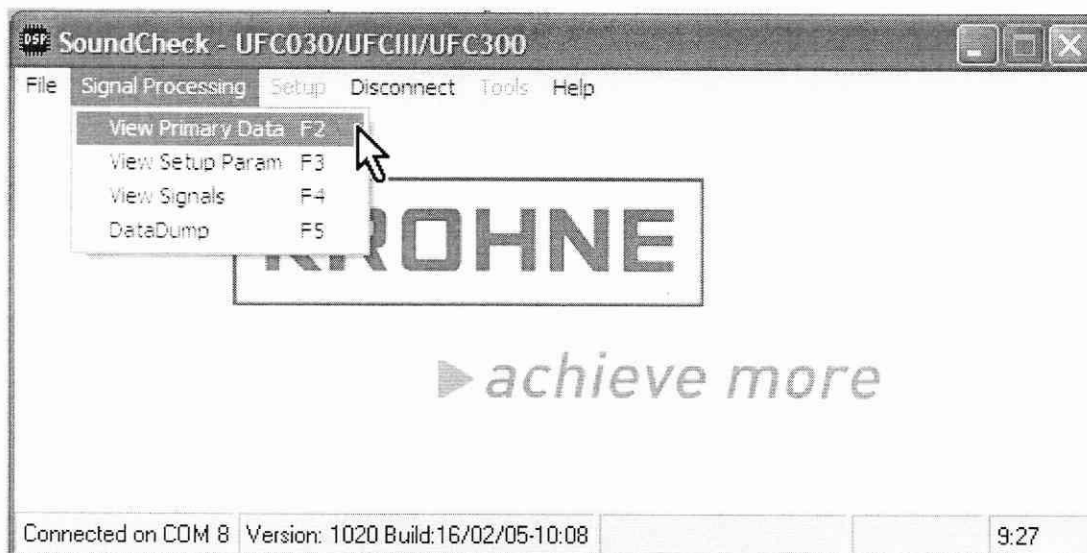


Рисунок В.3 – Вкладка Signal processing

На экране появится следующее окно:

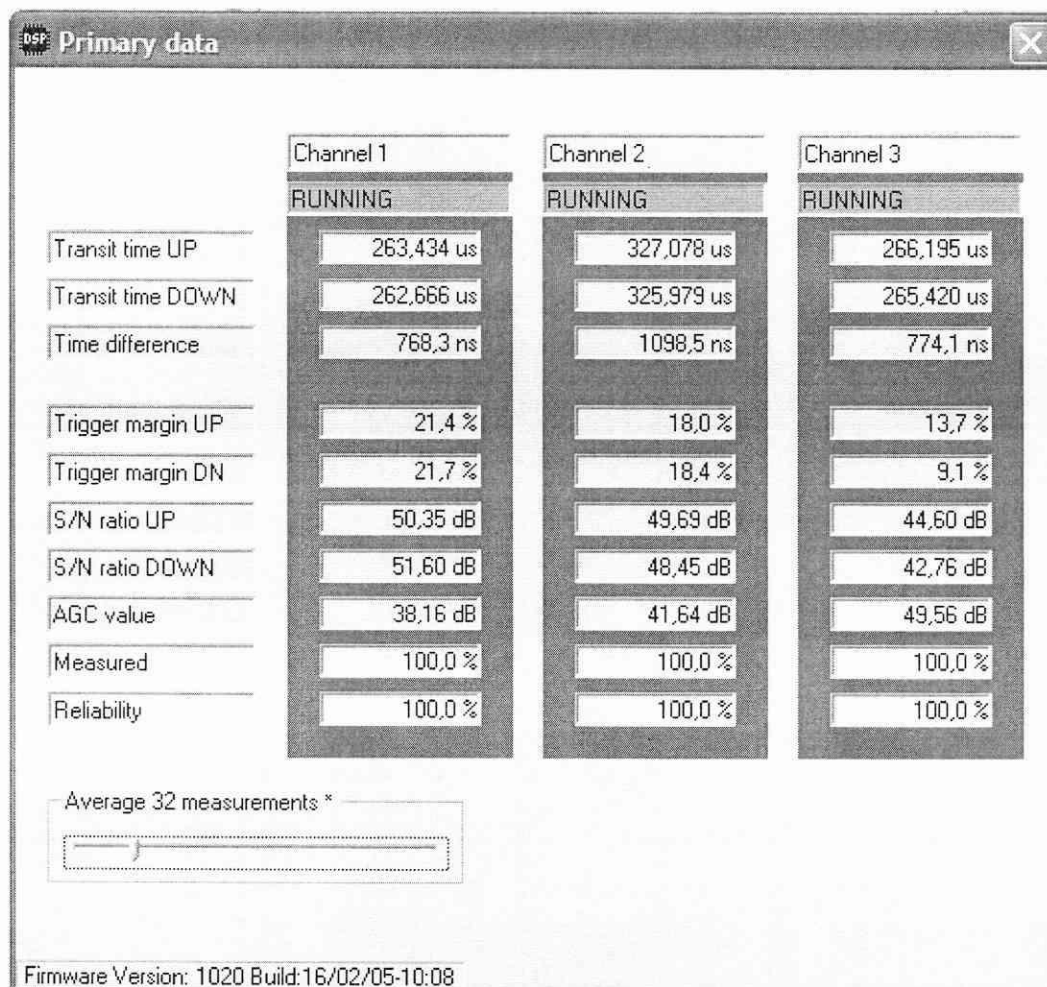


Рисунок В.4 – Окно параметров

Пример работы с программой KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool

Программу KROHNE Flow Meter Monitoring, Configuration and Diagnostics (MCD) Tool можно скачать с сайта <http://ru.krohne.com>, вкладка «Документация и ПО», раздел программное обеспечение.

Для начала работы необходимо запустить программу.
После запуска программы появится стартовое диалоговое окно.

Необходимо зайти на вкладку «Device» и выбрать пункт «Connect» (предварительно необходимо убедиться, что расходомер подключен к ПК)

В появившемся окне необходимо выбрать способ подключения расходомера к ПК и нажать ОК

В появившемся окне необходимо провести следующие настройки (Рисунок Г.1) и нажать ОК:

- Baudrate (Скорость передачи данных) – 19200 бод
- Databits (Биты данных) – 8 бит данных
- Parity (Четность) - none (нет)
- Stop bits (Стоповые биты) - one (один)
- Handshake (Квитирование установления связи) - none (нет)
- COM Port (выбрать порт подключения)

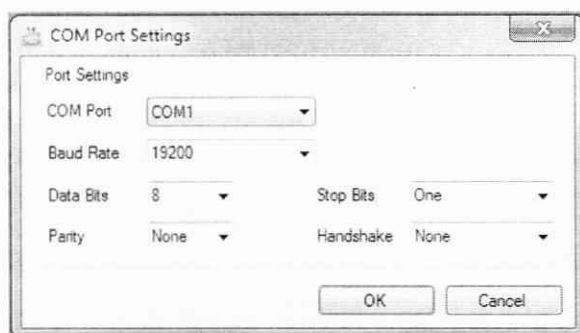


Рисунок Г.1 – Настройки

В появившемся окне необходимо оставить поля Логин и Пароль пустыми и нажать ОК (Рисунок Г.2):



Рисунок Г.2 – Окно для ввода логина и пароля

Для получения доступа к Диаграмме в появившемся окне необходимо перейти на вкладку «Diagnostics». (Рисунок Г.3).

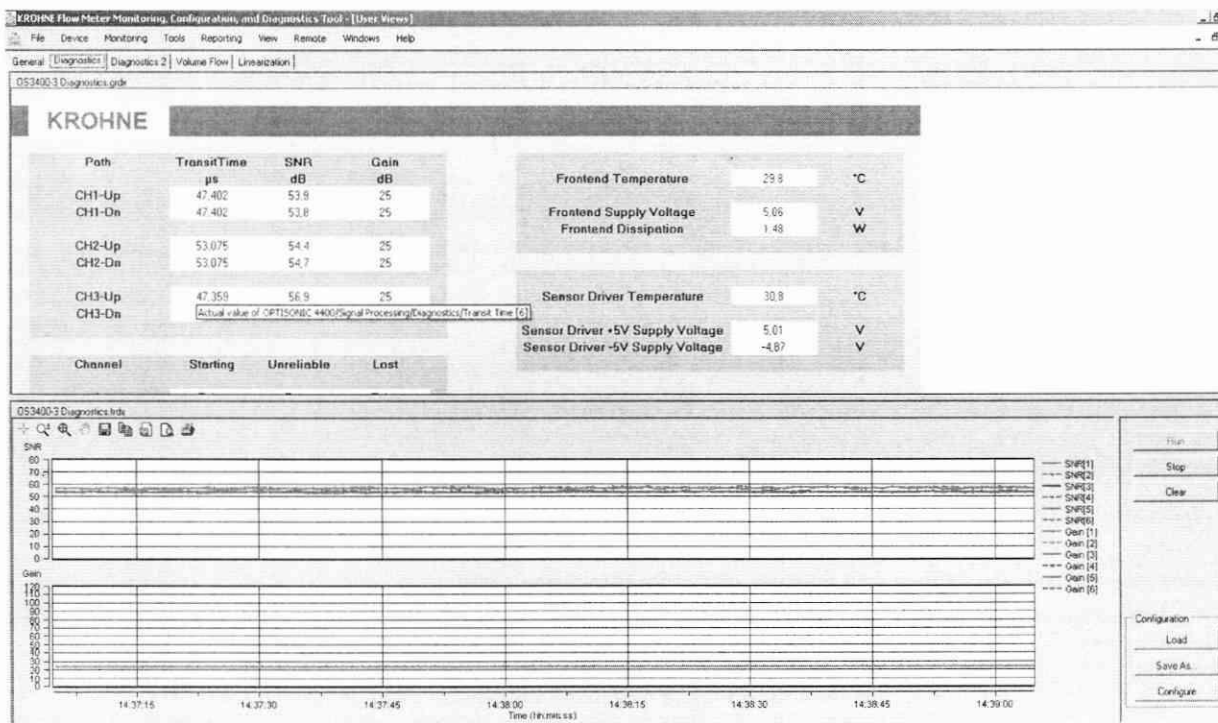


Рисунок Г.3 – Диаграмма

Предварительно убедитесь, что во вкладке «View», галочка стоит напротив «User Views»