

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(«ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИИ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

12 2014 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**РАСХОДОМЕРЫ - СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
SITRANS F US**

Методика поверки

Ф.р. 35025-15

Москва
2014

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые SITRANS F US, фирмы «Siemens S.A.S.», Франция, (далее - расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок. Методика распространяется на пять модификаций расходомеров, которые состоят из:

- первичного преобразователя расхода SONO 3300 и преобразователя сигналов SITRANS FUS 060;
- первичного преобразователя расхода SONO 3100 и преобразователя сигналов SITRANS FUS 060;
- первичного преобразователя расхода FUS380 и преобразователя сигналов FUS 080.
- первичного преобразователя расхода FUE380 и преобразователя сигналов FUS 080.
- SONOKIT состоит из одной или двух пар первичного преобразователя SONO 3200 и преобразователя сигналов SITRANS FUS 060 или FUS 080.

Межповерочный интервал: не более 4 лет

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки выполняют следующие операции:

- * Внешний осмотр (п.7.1);
- * Проверка герметичности (п.7.2);
- * Опробование (п.7.3);
- * Определение метрологических характеристик (п.7.4).

2.2. Поверку расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT допускается выполнять по выбору одним из следующих способов:

а) Пропливным способом в полном диапазоне расходов. Рекомендуются для расходомеров Ду до **80-100** мм.

б) Комбинированным проливным способом: путем проливки на поверочной установке в диапазоне скоростей потока до 1м/с и последующей проверки линейности вторичного преобразователя в полном диапазоне на сравнительном расходомере.

в) Беспроливным поэлементным способом

г) Комбинированным поэлементным способом: поверка вторичного преобразователя производится на проливной поверочной установке со сравнительным первичным преобразователем; поверка первичного преобразователя производится беспроливным методом.

При этом первичную поверку после выпуска из производства проводят на поверочных стендах производственной линии фирмы Siemens. Первичную поверку после замены узла и периодическую поверку проводят органы Государственной метрологической службы по истечении межповерочного интервала.

Поверку модификации SONOKIT проводят по выбору одним из следующих способов:

а) Беспроливным поэлементным способом

б) Комбинированным поэлементным способом: поверка вторичного преобразователя производится на проливной поверочной установке со сравнительным первичным преобразователем; поверка первичного преобразователя производится беспроливным методом.

При этом первичную поверку вторичного преобразователя после выпуска из производства проводят на поверочных стендах производственной линии фирмы Siemens.

Первичная поверка первичного преобразователя расходомера модели SONOKIT проводится после монтажа или замены узла органами Государственной метрологической

службы. При этом заполняются сведения о первичной поверке первичного преобразователя SONOKIT и "Отчет об измерениях" паспорта. Первичному преобразователю после монтажа следует присвоить серийный номер вторичного преобразователя с нанесением его на измерительную трубу. При замене узла дата очередной периодической поверки не переносится.

Периодическая поверка расходомера модели SONOKIT проводится органами Государственной метрологической службы по истечении межповерочного интервала с заполнением отдельно сведений для первичного и вторичного преобразователей в паспорте. Расходомер считают поверенным, если входящие в его комплект первичный преобразователь и вторичный преобразователь поверены независимо и в составе единого комплекта.

При периодической поверке контролируются выходы, задействованные в рабочих условиях.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки применяют следующие средства:

- поверочная расходомерная установка с погрешностью не более $\pm 0,15\%$;
- сравнительный расходомер - счетчик SONOFLO (далее расходомер SONOFLO) Ду 10 - 150 мм с предельной допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,5\%$;
- нутромер типа НМ ГОСТ 10;
- имитационная установка SONOSIMULATOR фирмы Siemens (применяется только для первичной поверки после выпуска из производства вторичного преобразователя SONO 3000 (SITRANS F US 060) на производственной линии фирмы Siemens);
- миллиамперметр постоянного тока для измерения в диапазоне 4...20 мА с классом точности не хуже 0.05%;
- рулетка измерительная типа ЗПД2 ГОСТ 7502, кл.2;
- штангенциркуль типа ШЦ, ГОСТ 166;
- толщиномер ультразвуковой УТ-93П;
- угломер с нониусом 5 УМ, ГОСТ 5378;
- термометр типа ТЛ-18, диапазон измерения 0...100 °С, ц.д. 0,1 °С;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-49А;
- вольтметр цифровой В7- 36;
- счетчик программный реверсивный Ф5264;
- магазин сопротивлений Р327.

3.2. Средства поверки должны быть поверены органами Государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.3. Допускается использовать другие средства поверки, если они по своим характеристикам не хуже, указанных в п.3.1.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда, действующими на поверочной установке, на которой проводится поверка;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации;
- правилами пожарной безопасности, действующими на предприятии.

4.2. Монтаж и демонтаж компонентов расходомера проводят при отключенном питании.

4.3. Монтаж электрических соединений проводят в соответствии с ГОСТ12.3.032 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

4.4. К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучивших эксплуатационную документацию и настоящий документ.

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	0...35;
относительная влажность окружающего воздуха, %	30...95;
атмосферное давление, кПа	от 96 до 104;
температура измеряемой среды (при проливном способе), °С	15...25

5.2. Измеряемая среда - водопроводная вода (при проливном способе).

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- При проливном/комбинированном способе поверки (для расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT)

6.1.1. Подготавливают поверочную проливную установку к работе согласно эксплуатационной документации.

6.1.2. Монтируют и проверяют герметичность системы, состоящей из первичного преобразователя поверяемого расходомера, поверочной установки, задвижек и соединительных трубопроводов.

6.1.3. Электрически соединяют согласно эксплуатационной документации первичный и вторичный преобразователи поверяемого расходомера.

6.1.4. Стабилизируют температуру жидкости в установке. Пропускают поток поверочной жидкости через поверяемый расходомер до стабилизации температуры (изменение показаний термометров не должно превышать ± 2 °С).

6.1.5. Проверяют правильность монтажа средств поверки и узлов поверяемого счетчика в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

6.1.6. При проверке SONO 3000 (SITRANS F US 060) со сравнительным первичным преобразователем (комбинированный способ) монтируют и проверяют герметичность системы, состоящей из первичного преобразователя сравнительного расходомера, поверочной установки, задвижек и соединительных трубопроводов.

6.1.7. Далее электрически подключают к первичному преобразователю сравнительного счетчика вторичный преобразователь SONO 3000 (SITRANS F US 060) поверяемого счетчика. Проверяют и при необходимости устанавливают соответствие значений пунктов меню вторичного преобразователя SONO3000 (SITRANS F US 060) "Базовые установки" (Basic settings) и "Характеристики датчика" (Sensor characteristics) фактическим параметрам первичного преобразователя сравнительного счетчика, взятым из его отчета о калибровке.

При беспротивном/комбинированном поэлементном методе (для расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT)

6.1.8. Проверяют правильность монтажа средств поверки и поверяемого расходомера, установленного на рабочем трубопроводе, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

6.1.9. Для проверки ультразвуковых преобразователей электрически подключают к первичному преобразователю поверяемого расходомера, установленного на рабочем трубопроводе, вторичный преобразователь SONO 3000 (SITRANS F US 060) поверяемого или сравнительного расходомера. Проверяют и при необходимости устанавливают соответствие значений пунктов меню вторичного преобразователя SONO3000 (SITRANS F US 060) "Базовые установки" (Basic settings) и "Характеристики датчика" (Sensor characteristics) фактическим параметрам первичного преобразователя поверяемого расходомера, взятым из отчета о калибровке или с таблички на первичном преобразователе. Отчет о калибровке (Calibration report) заполняется по результатам проливки прибора на стенде при выпуске из производственной линии и включается в комплект поставки.

6.1.10. Для определения метрологических характеристик первичный преобразователь поверяемого расходомера демонтируют с рабочего трубопровода или же обеспечивают доступ к внутренней полости счетчика другим способом.

6.1.11. Проверяют возможность и надежность полной остановки потока в рабочем трубопроводе с помощью технологической запорной арматуры. Допускается заполнение водой демонтированного и установленного вертикально поверяемого первичного преобразователя.

При первичной поверке модификации SONOKIT после монтажа или замены узла

6.1.12. Проверяют наличие и исправность средств измерения геометрических размеров, а также проверяют условия для проведения измерений. Контролируют процесс проведения измерений согласно эксплуатационной документации и правильность заполнения "Отчета об измерениях" (Приложение 1). После завершения монтажа проверяют правильность монтажа первичных ультразвуковых преобразователей расходомера на трубопроводе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

При периодической поверке модификации SONOKIT беспротивным поэлементным способом

6.1.13. Проверяют правильность монтажа средств поверки и поверяемого расходомера, установленного на рабочем трубопроводе, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

6.1.14. Проверяют надежность полной остановки потока в трубопроводе с помощью технологической запорной арматуры.

При периодической поверке модификации SONOKIT поэлементным комбинированным способом

6.1.15. Проверяют правильность монтажа средств поверки и поверяемого первичного преобразователя, установленного на рабочем трубопроводе, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

6.1.16. Проверяют надежность полной остановки потока в трубопроводе с помощью технологической запорной арматуры.

6.1.17. Выполняют пункты 6.1.1., 6.1.6., 6.1.7.

6.2. Средства поверки готовят к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие поверяемого расходомера следующим требованиям:

- комплектность соответствует указанной в паспорте;
- паспорт оформлен правильно, в разделе изменений, если они имеются, сделаны соответствующие записи;
- только для модификации SONOKIT: имеется правильно заполненный отчет об измерениях, заполненный для всех случаев кроме случаев первичной поверки после выпуска из производства
- на узлах расходомера отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению;
- первичный преобразователь не несет следов повреждений, влекущих за собой изменение геометрических размеров;
- номер расходомера соответствует номеру в паспорте;
- надписи и обозначения на счетчике - четкие и соответствуют требованиям технического описания;
- пломбировка не нарушена.

Расходомер считают выдержавшим проверку, если он отвечает вышеперечисленным условиям.

7.2. Проверка герметичности

7.2.1. В рабочей полости первичного преобразователя создают давление, равное рабочему в течение 15 минут.

7.2.2. Расходомер считается выдержавшим проверку, если во время ее проведения течи через уплотнения ультразвуковых преобразователей и фланцевые соединения не наблюдаются.

7.3. Опробование

7.3.1. Проверку общей работоспособности проводят путем проверки работы расходомера и поступления выходных сигналов с токового и частотного (импульсного) выходов, задействованных в рабочих условиях. Для этого, изменяя расход жидкости в пределах эксплуатационного диапазона, следят за изменением показаний пунктов меню "Объемный расход" (Volume flow) или "Массовый расход" (Mass flow), согласно назначению расходомера, на дисплее вторичного преобразователя (индикатора) и поступления выходных сигналов с токового и частотного (импульсного) выходов на частотомер и вольтметр.

Расходомер считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) значений расхода на дисплее, значения тока/частоты на вольтметре/частотомере, а на дисплее SONO 3000 (SITRANS F US 060) (индикаторе) или на его релейном выходе отсутствует сигнализация об ошибках.

Примечание: Проверка показаний дисплея делается только для вариантов SONO3000 (SITRANS F US 060), оснащенных им.

7.3.2. Проверку установок и общий контроль вторичного преобразователя сигналов SONO 3000 (SITRANS F US 060) осуществляют через проверку возможности перемещения по дереву меню согласно инструкции по эксплуатации. Разворачивают пункты меню "Объемный расход" (Volume flow), "Выбор калибровки" (Calibration choice), "Прикладные параметры" (Application parameters), "Геометрия трубы" (Pipe Geometry).

Расходомер считают выдержавшим проверку, если:

- а) перемещение по дереву меню соответствует инструкции;

в) пункт меню "Калибровка" (Calibration) имеет значение "Проливка" (Wet) для модификаций (для расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT), и значение "Авто" (Auto) для модификации SONOKIT;

в) пункты меню "Калибровочный фактор" (Calibration factor), "Длина кабеля" (Cable length), "Диаметр трубы" (Pipe diameter), "Длина" (Length), "Угол" (Angle), "Смещение" (Displacement), "Число каналов" (Nmb of tracks), "Максимальный расход" (Volume flow max) точно совпадают с данными, записанными в "Отчете о калибровке" (Calibration report) и фактической конструкции первичного преобразователя;

г) индикация ошибок отсутствует.

7.3.3. Проверку ультразвуковых преобразователей расходомеров проводят при наличии жидкости в трубопроводе путем контроля развернутого пункта меню "Информация о сигнале" (Signal information).

Расходомер считают выдержавшим проверку, если для задействованных в поверяемой конфигурации:

а) преобразователей (Transducer A, B, C, D) значение пункта меню "Уровень резонанса" (Resonance level) составляет не менее 20;

б) каналов (Track 1, 2, 3, 4) значение пункта меню "Коэффициент детектирования" (Detection coeff) составляет не менее 0.9, "Коэффициент перекрестного детектирования" (Cross detect/ coeff) - не менее 0.9, "Усиление" (Gain) - не более 60, "Уровень сигнала" (Signal level) - не менее 375 mV, "Отношение сигнал/шум" (S/N Ratio) – более 1.

7.3.4. Проверку расходомера в точке нулевого расхода проводят при полностью неподвижном потоке измеряемой жидкости в трубопроводе.

Расходомер считают выдержавшим поверку по данному параметру, если абсолютное значение расхода отвечает условию:

$$Po \leq 0,0005 Q_{max},$$

где

Po- значение расхода, определенное по дисплею при фактическом нулевом расходе;

Q_{max} - максимальное паспортное значение расхода, установленное в пункте меню "Максимальный расход" (Volume flow max).

Примечание : При проведении этой операции в пункте меню "Отсечка малого расхода" (Low flow cut-off) устанавливают нулевое значение.

Одновременно с опробованием проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Проверка производится путем считывания их значений с дисплея расходомера. Эти значения должны точно соответствовать значениям, указанным в описании типа на расходомер.

7.4. Определение метрологических характеристик счетчиков

- * При проливном способе поверки
- * При комбинированном проливном способе поверки
- * При комбинированном поэлементном способе поверки

7.4.1. Относительную погрешность расходомера по показаниям дисплея определяют сравнением приращения показаний пункта меню "Счетчик" (Totalizer) вторичного преобразователя (индикатора) поверяемого расходомера с показаниями поверочной установки в следующих диапазонах расходов:

- для всех моделей:

- а) от 0,05 Q_{max} до Q_{max};
- б) от 0,025 Q_{max} до 0,05Q_{max};
- в) от 0,008 Q_{max} до 0,025Q_{max}.

В диапазоне а) проводят измерение на двух значениях расхода, находящихся в начале и конце диапазона, в диапазонах б) и в) проводят измерение на одном значении расхода.

Примечание: При выполнении п. 7.4.1 разворачивают пункт меню "Счетчик" (Totalizer) и в соответствующих подпунктах устанавливают значения "Объемный расход" (Volume flow) и "Положительный счет" (Totalizer 1 Pos.). Для обеспечения требуемой точности при минимальном времени выполнения операции допускается в пункте меню "Объемный расход, единицы" (Volume flow, unit) изменять единицу измерения объема.

На заданном расходе проводят выдачу в мерник (или в резервуар, установленный на весы) дозы жидкости, равной его вместимости.

Величину расхода контролируют по показаниям расходомера и установки.

Относительную погрешность расходомера в процентах для каждого поверочного расхода определяют по формуле:

$$\Delta_v = \frac{V_c - V_y}{V_y} \cdot 100\% ,$$

где

V_c - объем жидкости, измеренный счетчиком, м³;

V_y - объем жидкости, измеренный установкой, м³.

Относительная погрешность расходомера при каждом измерении должна находиться в пределах, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Диапазон расходов	Относительная погрешность, %
0,05 Q _{max} до Q _{max}	±0,5
0,025 Q _{max} до 0,05 Q _{max}	±1,0
0,008 Q _{max} до 0,025 Q _{max}	±2,0

7.4.2. Относительную погрешность при измерении количества импульсов определяют в тех же точках и при тех же условиях, что и в п.7.4.1. или проводят измерения одновременно с измерениями по п.7.4.1.

Для каждого измерения определяют коэффициент преобразования B_i по формуле

$$B_i = \frac{V}{N_i} ,$$

где

V - объем жидкости, прошедшей через расходомер, л;

N_i - количество импульсов, наработанных за время измерения, имп.

Для каждого измерения определяют погрешность Δb по формуле

$$\Delta b = \frac{B_i - B}{B} \cdot 100\% ,$$

где B - фактическое значение коэффициента преобразования расходомера, приведенное к размерности л/имп.

Относительная погрешность расходомера при каждом измерении должна находиться в пределах, указанных в табл. 1.

Примечание: С целью сокращения времени поверки при выполнении п.7.4.2. допускается изменять цену импульса в соответствии с фактическим $Q_{\max}$ сравнительного первичного преобразователя и проверяемым диапазоном через меню "Единицы объема" (Pulse unit) и "Цена импульса" (Volume pulse) вторичного преобразователя SONO3000 (SITRANS F US 060).

7.4.3. Относительную погрешность аналогового выхода расходомера определяют при тех же условиях или одновременно с выполнением п. 7.4.1 при установившемся значении расхода.

Относительную погрешность Δi определяют по формуле

$$\Delta i = \frac{Q_i - Q_a}{Q_a} \cdot 100, \%,$$

где

Q_i - значение объемного расхода, определенное по аналоговому сигналу по формуле (7) или (8)

$$Q_i = \frac{Q_{\max} \cdot (I - 4)}{16}, [\text{м}^3/\text{ч}]$$

при диапазоне выходного сигнала 4-20 мА или по формуле

$$Q_i = \frac{Q_{\max} \cdot I}{20}, [\text{м}^3/\text{ч}]$$

при диапазоне выходного сигнала 0-20 мА

где

$Q_{\max}$ - максимальное значение расхода поверяемого расходомера, установленное в пункте меню "Максимальный расход" (Volume flow max);

I - измеренная величина выходного токового сигнала при заданном расходе, мА;

Q_a - значение объемного расхода, определенное по показаниям поверочной установки, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Относительная погрешность расходомера Δi при каждом измерении должна находиться в пределах согласно табл. 1.

* При беспроливном поэлементном способе

7.4.4. Погрешность аналогового выхода расходомера с внутренним заданием определяют в четырех точках его диапазона изменения: 1; 3; 20 и 80%, которые устанавливаются в пункте меню "Принудительный ток 1/2/3/ %" (Current 1/2/3/ forced %), доступный через пункт "Принудительные выходы" (Force output) пункта "Сервисного режима" (Service mode). В пункт меню "Нормальный ток" (Current 1/2/3/ normal) записать состояние "Форсированный" (Forced). При этом в пункте меню "Выходной ток" (Current out) устанавливается значение 4 - 20 мА.

Определяют абсолютную погрешность Δ_c по формуле:

$$\Delta_c = J_i - J_p,$$

где

J_i - величина тока на выходе расходомера, мА;

J_p - расчетное значение тока, мА.

При этом расчетную величину токового сигнала, J_p определяют по формуле:

$$J_p = 16 \cdot S/100 + 4,$$

где

S - величина установки точки в диапазоне изменения, %.

Расходомер считают выдержавшим поверку по данному параметру, если Δc не превышает по модулю 20 мкА.

7.4.5. Относительную погрешность первичного преобразователя (датчика) для расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT) находят одним из способов:

а) для первичных преобразователей SONO 3300 и SONO 3300 СТ определяют внутренний диаметр трубопровода в области входного фланца первичного преобразователя. С помощью нутромера по шести направлениям вблизи каждого из фланцев измеряют внутренний диаметр с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм.

Среднее значение диаметра определяют по формуле:

$$\bar{D} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 D_i$$

где

D_i - значение диаметра при i-ом измерении, мм.

Вычисляют величину Δd_i (мм) по формуле:

$$\Delta d_i = \bar{D} - D_{int}$$

где D_{int} - внутренний диаметр первичного преобразователя, приведенный в Приложении 1.

Относительную погрешность первичного преобразователя Δ_k , определяют по формуле:

$$\Delta_k = \frac{|\Delta d_i|}{\bar{D}}, \%$$

Расходомер считают выдержавшим поверку по данному параметру, если величина погрешности для различных диапазонов не превышает 0,2 % (0,4 % для расходомеров, применяемых в системах теплового учета).

7.4.5. Определение относительной погрешности первичного преобразователя (датчика) для модификации SONOKIT:

7.4.5.1. Определение геометрических параметров первичного преобразователя при первичной поверке после монтажа проводят в процессе монтажа ультразвуковых преобразователей на рабочем трубопроводе. При этом проверяют соответствие процедуры монтажа и снятия базовых геометрических размеров требованиям технической документации и правильность занесения снятых размеров в отчет об измерениях и в меню преобразователя сигналов SONO 3000 (SITRANS F US 060).

Заполненный "Отчет об измерениях" утверждается представителем Государственной метрологической службы.

В Приложении 3 приводится описание процедуры снятия размеров и форма "Отчета об измерениях".

Определяют следующие геометрические размеры трубопровода, на котором установлен первичный преобразователь SONOKIT:

θ - угол между ультразвуковым каналом и продольной осью трубопровода;

L - расстояние между окнами ультразвуковых преобразователей;

D_i - внутренний диаметр трубопровода;

h - расстояние между ультразвуковым каналом и центральной осью трубопровода.

Погрешность измерения указанных параметров должна быть в пределах, указанных в табл.2.

Таблица 2

Измеряемая величина	Размер трубы	Погрешность измерения
L, Di, h	DN 80-400	0,5 мм
	DN400-1000	0,8 мм
	DN1000-2000	2,0 мм
	DN2000-4000	4,0 мм
θ	DN80-4000	0,1 град

7.4.5.2. Относительную погрешность первичного преобразователя при периодической поверке находят путем определения внутреннего диаметра трубопровода в сечении, равноотстоящем от верхнего и нижнего ультразвуковых преобразователей одним из двух способов.

А. С помощью нутромера в шести сечениях измеряют внутренний диаметр с погрешностью не хуже 0,2 мм.

Среднее значение диаметра определяют по формуле

$$\bar{D} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 D_i ,$$

где

D_i - значение диаметра при i-ом измерении, мм.

В. С помощью рулетки и толщиномера измеряют длину окружности по наружной поверхности трубы и толщину стенки в шести точках.

Вычисляют среднее значение толщины стенки по формуле:

$$\bar{\delta} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \delta_i ,$$

где

δ_i - толщина стенки при i-ом измерении, мм.

Определяют внутренний диаметр измерительной трубы по формуле:

$$\bar{D} = \frac{\Pi}{\pi} - 2\bar{\delta} ,$$

где

Π - длина окружности, определенная по наружному диаметру, мм.

Вычисляют величину Δd_i (мм) по формуле:

$$\Delta d_i = \bar{D} - D_{i \text{ rep}},$$

где $D_{i \text{ rep}}$ - внутренний диаметр трубопровода, записанный в отчете об измерениях при монтаже расходомера.

Погрешность первичного преобразователя Δk , определяют как

$$\Delta k = |\Delta d_i| / D_{i \text{ rep}} * 100, \%$$

Относительная погрешность при каждом измерении должна находиться в пределах, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Условный диаметр	Ду 80... 150	Ду 150..400		Ду 400...4000	
Количество пар УЗП	1	1	2	1	2
Относительная погрешность, %	$\pm 1,2$	$\pm 0,75$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 0,4$

Примечание: При невозможности при периодической поверке прямого измерения толщины стенки и внешнего периметра первичного преобразователя значение толщины стенки принимается по данным эксплуатирующей организации, полученным на основе измерения толщины отложений при проведении ремонтных работ, а длина окружности по внешней поверхности принимается равной величине длины окружности, записанной в отчете об измерениях.

7.4.7. Расходомер считают поверенным, если он отвечает критериям, определенным для выбранного вида поверки операциям.

При этом счетчик расходомеров всех модификаций за исключением SONOKIT обеспечивает относительную погрешность измерений в соответствии с табл.1, счетчик модификации SONOKIT обеспечивает относительную погрешность измерений в соответствии с табл.4.

Таблица 4

Условный диаметр	Ду 80...150	Ду 150...400		Ду 400...4000	
Количество пар УЗП	1	1	2	1	2
Относительная погрешность, %, в диапазоне:					
0,05Q _{max} до 1Q _{max}	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 0,75$	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$
0,025Q _{max} до 0,05Q _{max}	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
0,008Q _{max} до 0,025Q _{max}	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$

7.5 При замене вторичного преобразователя расходомера производить внеочередную поверку расходомера не требуется. О факте замены вторичного преобразователя делается запись в паспорте с указанием заводского номера нового вторичного преобразователя. Дата очередной поверки расходомера при этом не изменяется.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Результаты поверки заносят в протокол по форме, приведенной в приложениях 2 и 4.

8.2. При положительных результатах поверки расходомер клеймят в соответствии с ПР50.2.007-2001 и делают соответствующую запись в паспорте.

8.3. При отрицательных результатах поверки расходомер к применению не допускают, а клейма гасят, запись в паспорте аннулируют и выдают извещение о непригодности расходомера с указанием причин в соответствии с ПР50.2.006-99.

Приложение 1

Исходный внутренний диаметр фланца DIN датчиков SONO 3100/3300/3300СТ

PN40

Ду	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Фактический внутренний диа- метр(мм)	54.5	70.3	82.5	107.1	131.7	159.3	206.5	258.8	306.3
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диа- метр(мм)	338. 0	384. 4	479. 6						

PN25

Ду							200	250	300
Фактический внутренний диа- метр(мм)							206.5	258.8	306.3
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диа- метр(мм)	339. 6	388. 8	488. 0	588.0	686.0	784.6	882.0	981.0	

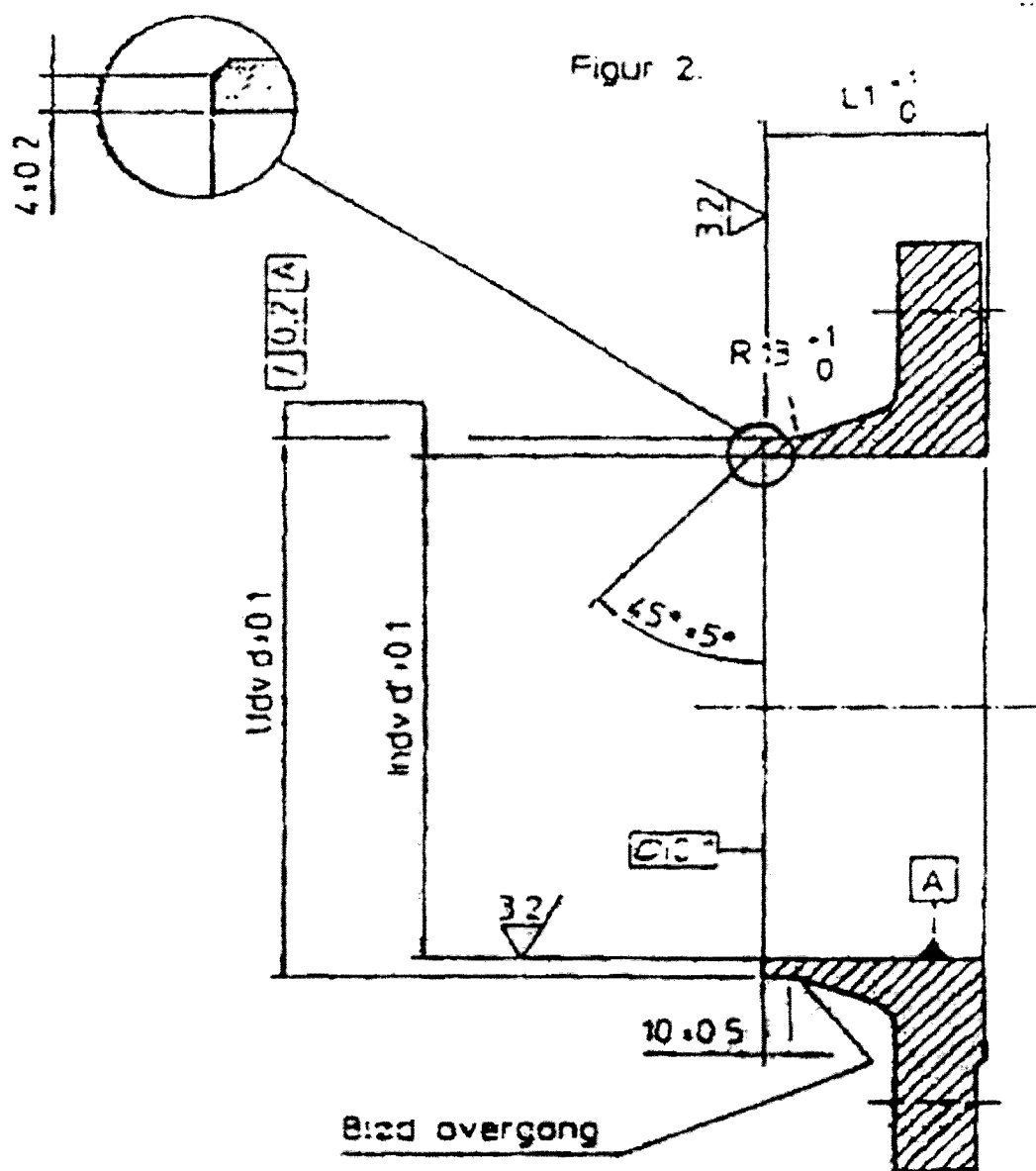
PN16

Ду	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Фактический внутренний диа- метр(мм)	54.5	70.3	82.5	107.1	131.7	159.3	206.5	260.4	309.7
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диа- метр(мм)	341. 4	388. 8	492. 0	592.4	693.4	793.0	894.0	996.0	1195.0

PN10

Ду							200	250	300
Фактический внутренний диа- метр(мм)							206.5	260.4	309.7
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диа- метр(мм)	341.4	388.8	492.0	595. 8	695.0	797.0	894.0	996.0	1198. 0

Схема определения внутреннего диаметра датчика, фланец DIN.



Приложение 2

ПРОТОКОЛ поверки расходомера - счетчика ультразвукового SONOFLO F US

Сер. № _____

Год выпуска _____

Вид поверки (*Выполняются пункты соответственно выбранному способу поверки*):

- б) Пропливной способ
- в) Комбинированный проливной способ
- г) Комбинированный поэлементный способ
- д) Беспровливной поэлементный способ

Результаты поверки (по пунктам методики)

7.1. Внешний осмотр: _____

7.2. Проверка герметичности: _____

7.3. Опробование.

7.3.1. Проверка общей работоспособности:

Расход ($\text{м}^3/\text{ч}$)	Показания дисплея, ($\text{м}^3/\text{ч}$)	Выходной ток, (мА)	Выходная частота, (Гц)
Исходный			
Повышенный			
Пониженный			

Заключение: _____

7.3.2. Проверка установок и обций контроль вторичного преобразователя SONO:

Перемещение по дереву меню: _____

Пункты:

"Калибровка"(Calibration) : _____

"Длина кабеля"(Cable length) _____

"Диаметр трубы" (Pipe diameter) _____

"Длина"(Length) _____

"Угол" (Length) _____

"Смещение" (Displacement) _____

"Число каналов"(Nmb of tracks) _____

"Максимальный расход" (Volume flow max) _____

Индикация ошибок _____

Заключение: _____

7.3.3. Проверка ультразвуковых преобразователей

Transducer	A	B	C	D
"Resonance level"				
"Detection coeff"				
"Cross detect coeff"				
"Gain"				
"Signal level"				
"S/N Ratio"				

Заключение: _____

7.3.4. Проверка в точке нулевого расхода:

Показания дисплея: _____

Заключение: _____

7.4. Определение метрологических характеристик при измерении объема**7.4.1. Относительная погрешность расходомера по показаниям дисплея.**

Расход (м ³ /ч)	Измерение	Показания дисплея счетчика объема, V _c , (м ³)	Показания уста- новки, V _y (м ³)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.2. Относительная погрешность при измерении количества импульсов

Расход (м ³ /ч)	Изме- рение	Количество импульсов счетчика, N _i	Коэффициент преобразова- ния, B _i , л/имп	Показания уста- новки, V _y (л)	Погреш- ность %, Δv

Заключение: _____

7.4.3. Относительная погрешность аналогового выхода

Расход (м ³ /ч)	Измерение	Выходной ток, мА	Показания счет- чика, Vc (м ³)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.4. Относительная погрешность аналогового выхода с внутренним заданием

Задание, %	Расчетный выходной сигнал, (мА)	Измеренный выходной сигнал, (мА)	Погрешность %, Δc
1			
3			
20			
80			

Заключение: _____

7.4.5. Относительная погрешность первичного преобразователя

(Используется один из методов измерения)

№ измерения	1	2	3	4	5	6
Значение диа- метра, (мм)						

Среднее значение внутреннего диаметра (мм) : _____

Первоначальное значение внутреннего диаметра (мм) _____

Погрешность Δk (%): _____

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ()

" ____ " _____

Приложение 3

Определение геометрических размеров трубопровода, на котором установлен первичный преобразователь расходомера - счетчика ультразвукового SONOKIT

1. Определение геометрических размеров

Определяют следующие геометрические размеры трубопровода, на котором установлен первичный преобразователь SONOKIT:

- θ - угол между ультразвуковым каналом и продольной осью трубопровода;
- L - расстояние между окнами ультразвуковых преобразователей;
- D_i - внутренний диаметр трубопровода;
- h - расстояние между ультразвуковым каналом и центральной осью трубопровода.

Погрешность измерения указанных параметров должна быть в пределах, указанных в таблице.

Измеряемая величина	Размер трубы	Погрешность измерения
L, D_i , h	DN 80-400	0,5мм
	DN400-1000	0,8мм
	DN1000-2000	2,0мм
	DN2000-4000	4,0мм
θ	DN80-4000	0,1град

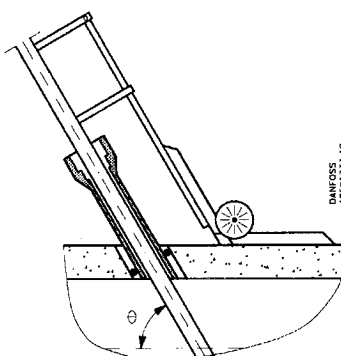
2. Измерение угла между ультразвуковым каналом и продольной осью трубопровода (θ)

Измеряют три раза угол для каждого держателя ультразвукового преобразователя и определяют его среднее значение по формуле

$$\theta = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \theta_i,$$

где θ_i - результат каждого измерения.

Вводят полученное значение для каждого держателя в отчет об измерениях. Рассчитывают и вносят в отчет средний угол для каждого ультразвукового канала по формуле, приведенной в отчете.



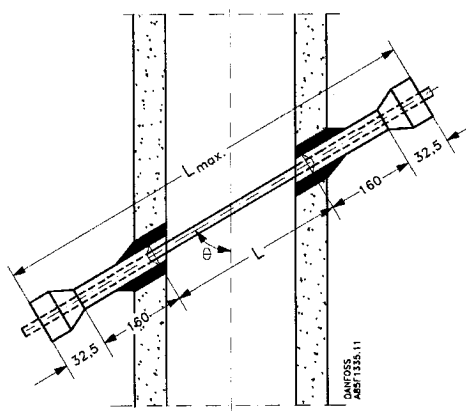
3. Измерение расстояния между "окнами" ультразвуковых преобразователей (L)

Определяют расстояние L между "окнами" для каждого звукового канала и вводят полученные значения в отчет об измерениях.

Измеряют расстояние L по оправке или аналогичному инструменту, пропущенному в процессе монтажа в "окна" ультразвуковых преобразователей через противоположные держатели каждого преобразователя.

Сначала на оправку наносят метки по наружным торцам (головки с резьбой) держателей. После освобождения оправки определяют расстояние L согласно рисунка по формуле, которая соответственно корректируется, если длина ультразвукового преобразователя отлична от 160мм

$$L = L_{\max} - 385 \text{ (мм)}$$



4. Измерение внутреннего диаметра трубопровода (D_i)

Внутренний диаметр трубопровода определяют путем измерения длины окружности Π по формуле

$$D_i = (\Pi/\pi) - (2\bar{\delta}),$$

где $\bar{\delta}$ - толщина стенки, определяемая с помощью штангенциркуля после изготовления отверстий в стенке трубы.

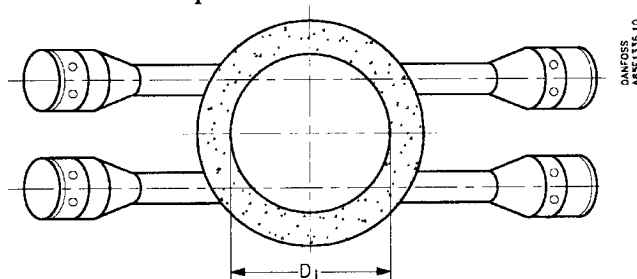
При очередной проверке допускается проверять толщину стенки трубопровода в любом другом доступном месте трубопровода, находящемся в одинаковых условиях с датчиком на расстоянии не более 5-ти диаметров трубы от держателей ультразвуковых преобразователей.

5. Измерение расстояния (h) между звуковыми каналами и центральной осью трубопровода (только для двухканальных систем)

Измеряют расстояния Na и Nb с помощью рулетки или штангенциркуля и определяют величину h по формуле.

$$h = (Na + Nb)/4$$

Вносят значение h в отчет об измерениях.



Примечание: При монтаже расходомера без вскрытия трубопровода допускается снимать указанные геометрические размеры с применением ультразвукового толщиномера, рулетки измерительной, измерительной скобы и/или средств, входящих в состав оборудования, используемого при монтаже на трубопроводе под давлением.

Отчет об измерениях

Предприятие		Наименование объекта		Утверждено
Дата	Размер датчика	Давление	Номер	

Измерение	Вычисление	Результат
Окружность (П)	П/π - Наружный диаметр (Dн)	Dн =
Толщина стенки трубы	Dн-2 δ - Внутренний диаметр (Di)	Di =
Расстояние (L), канал 1	L =	
Расстояние (L), канал 2	L =	
Угол θ, преобразователь C	Средний угол канал 1 (C+D)/2	
Угол θ, преобразователь D		
Угол θ, преобразователь A	Средний угол канал 2 (A+B)/2	
Угол θ, преобразователь B		
Смещение Ha	Расстояние между ультразвуковыми преобразователями h=(Ha+Hb)/4	
Смещение Hb		
Длина кабеля (Расстояние преобразователь - SONO 3000 x 2)	Максимальный расход Qmax	

Приложение 4

ПРОТОКОЛ поверки расходомера - счетчика ультразвукового SONOKIT

Сер. № _____

Год выпуска _____

Дата монтажа _____

Вид поверки (*Выполняются пункты соответственно выбранному способу поверки*):

- а) Первичная после замены узла
- б) Первичная после монтажа
- в) Комбинированный поэлементный способ
- г) Беспроливной поэлементный способ

Результаты поверки (по пунктам методики)

7.1. Внешний осмотр: _____

7.2. Проверка герметичности: _____

7.3. Опробование.

7.3.1. Проверка общей работоспособности:

Расход, (м ³ /ч)	Показания дисплея, (м ³ /ч)	Выходной ток, (мА)	Выходная частота, (Гц)
Исходный			
Повышенный			
Пониженный			

Заключение: _____

7.3.2. Проверка установок и общий контроль вторичного преобразователя SONO:

Перемещение по дереву меню: _____

Пункты:

"Калибровка"(Calibration) : _____

"Длина кабеля"(Cable length) _____

"Диаметр трубы" (Pipe diameter) _____

"Длина"(Length) _____

"Угол" (Length) _____

"Смещение" (Displacement) _____

"Число каналов"(Nmb of tracks) _____

"Максимальный расход" (Volume flow max) _____

Индикация ошибок _____

Заклучение: _____

7.3.3. Проверка ультразвуковых преобразователей

Transducer	A	B	C	D
"Resonance level"				
"Detection coeff"				
"Cross detect coeff"				
"Gain"				
"Signal level"				
"S/N Ratio"				

Заключение: _____

7.3.4. Проверка в точке нулевого расхода:

Показания дисплея: _____

Заключение: _____

7.4. Определение метрологических характеристик при измерении объема

7.4.1. Относительная погрешность по показаниям дисплея

Расход (м ³ /ч)	Измерение	Приращение показаний дис- плея	Показания установ- ки, V _м (л)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.2. Относительная погрешность при измерении количества импульсов

Расход (м ³ /ч)	Изме- рение	Количество импульсов счетчика, N _i	Коэффициент преобразова- ния, B _i , л/имп	Показания уста- новки, V _м (л)	Погреш- ность %, Δb

Заключение: _____

7.4.3. Относительная погрешность аналогового выхода

Задание, %	Расчетный выходной сигнал, (мА)	Измеренный выходной сигнал, (мА)	Погрешность %, Δc
1			
3			
20			
80			

Заключение: _____

7.4.5. Относительная погрешность первичного преобразователя

(при первичной поверке после монтажа результаты заносятся в отчет об измерениях)

(Используется один из методов измерения)

а) Измерение диаметра с помощью нутромера

№ измерения	1	2	3	4	5	6
Значение диаметра, (мм)						

б) Измерение с помощью рулетки и толщиномера

№ измерения	1	2	3	4	5	6
Значение толщины стенки, (мм)						

№ измерения	1	2	3	4	5	6
Измеренная длина окружности по наружной поверхности (мм)						

Среднее значение внутреннего диаметра (мм) : _____

Отклонение Δd_i (мм) : _____

Погрешность Δk (%): _____

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ ()

" _____ "