

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИСЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)



Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ - СЧЕТЧИКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
SITRANS FUS (модификации SITRANS FUS380, SITRANS FUE380)

Методика поверки

л.р. 60875-15

Москва
2014

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ распространяется на расходомеры-счетчики ультразвуковые SITRANS FUS (модификации SITRANS FUS380, SITRANS FUE380) и их модификации (далее - расходомеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Межпроверочный 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 допускается выполнять по выбору одним из следующих способов:

- а) Проливным способом в полном диапазоне расходов.
- б) Комбинированным проливным способом: путем проливки на поверочной установке в диапазоне скоростей потока до 1 м/с и последующей проверки линейности преобразователя сигналов в полном диапазоне на сравнительном расходомере.
- в) Беспроливным поэлементным способом
- г) Комбинированным поэлементным способом: поверка преобразователя сигналов производится на проливной поверочной установке со сравнительным первичным преобразователем расхода; поверка первичного преобразователя расхода производится беспроливным методом.

Расходомер считают поверенным, если входящие в его комплект первичный преобразователь и вторичный преобразователь поверены независимо или 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;
- 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 °C, ц.д. 0,1 °C;
- частотометр электронно-счетный ЧЗ-49А;

- вольтметр цифровой В7- 36;
- счетчик программный реверсивный Ф5264;
- магазин сопротивлений Р327.

3.2. Средства поверки должны быть поверены 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, °C	0...35;
относительная влажность окружающего воздуха, %	30...95;
атмосферное давление, кПа	от 96 до 104;
температура измеряемой среды (при проливном способе), °C	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

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

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

6.1.3. Электрически соединяют согласно эксплуатационной документации первичный преобразователь расхода и преобразователь сигнала 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 $\pm 2^{\circ}\text{C}$).

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

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

6.1.7. Далее электрически подключают к первичному преобразователю расхода сравнительного расходомера преобразователь сигнала поверяемого расходомера. Проверяют и при необходимости устанавливают соответствие значений пунктов меню преобразователя сигналов "Базовые установки" (Basic settings) и "Характеристики датчика" (Sensor characteristics) фактическим параметрам первичного преобразователя расхода сравнительного расходомера, взятым из его отчета о калибровке.

- При беспроливном/комбинированном поэлементном методе

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 расхода поверяемого расходомера, установленного на рабочем трубопроводе, преобразователь сигнала поверяемого или сравнительного расходомера. Проверяют и при необходимости устанавливают соответствие значений пунктов меню преобразователя сигналов "Базовые установки" (Basic settings) и "Характеристики датчика" (Sensor characteristics) фактическим параметрам первичного преобразователя расхода поверяемого расходомера, взятым из отчета о калибровке или с таблицами на первичном преобразователе расхода. 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 расхода поверяемого расходомера демонтируют с рабочего трубопровода или же обеспечивают доступ к внутренней полости расходомера 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 расхода.

6.2. Средства поверки подготавливают 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;
- 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 расходомере - 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, изменения 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 частотометр и вольтметр.

Расходомер считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) значений расхода на дисплее, значения тока/частоты на вольтметре/частотомете.

7.3.2. Проверку установок и общий контроль вторичного преобразователя сигналов 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;
- б) пункт меню "Калибровка" (Calibration) имеет значение "Проливка" (Wet);
- 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 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:

$$\text{По} \leq 0.0005 \text{ Qmax},$$

где

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

Qmax - 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.

7.4. Определение метрологических характеристик расходомеров

- 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:

- а) от 0,05 Qmax до Qmax;
- б) от 0,025 Qmax до 0,05Qmax;
- в) от 0,008 Qmax до 0,025Qmax.

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.).

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:

$$\Delta_V = \frac{V_c - V_y}{V_y} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где

V_c - объем жидкости, измеренный счетчиком, m^3 ;

V_y - объем жидкости, измеренный установкой, m^3 .

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

Таблица 1

Диапазон расходов	Относительная погрешность, %
0.05Qmax до 1Qmax	±0,5
0.025Qmax до 0.05Qmax	±1,0
0.008Qmax до 0.025Qmax	±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

$$B_i = \frac{V}{N_i} , \quad (2)$$

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

$$\Delta b = \frac{B_i - B}{B} \cdot 100\% , \quad (3)$$

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.

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

$$\Delta i = \frac{Q_i - Q_a}{Q_a} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где

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

$$Q_i = \frac{Q_{max} \cdot (I - 4)}{16}, \text{ [м}^3/\text{ч]} \quad (7)$$

при диапазоне выходного сигнала 4-20 мА или по формуле

$$Q_i = \frac{Q_{max} \cdot I}{20}, \text{ [м}^3/\text{ч]} \quad (8)$$

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 (только при периодической поверке)

7.4.4. Погрешность аналогового выхода расходомера с внутренним заданием определяют в четырех точках его диапазона изменения: 1; 3; 20 и 80 %, которые устанавливают 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 Δc по формуле

$$\Delta_c = J_i - J_p, \quad (4)$$

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

$$J_p = 16 \cdot S/100 + 4, \quad (5)$$

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:

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

$$\bar{D} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 D_i \quad (9)$$

где

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

Вычисляют величину Δd_i (мм) по формуле

$$\Delta d_i = \bar{D} - D_{int} \quad (10)$$

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

Относительную погрешность первичного преобразователя Δk , определяют по формуле:

$$\Delta_k = \frac{|\Delta d_i|}{\bar{D}}, \% \quad (11)$$

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).

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

При этом расходомер обеспечивает относительную погрешность измерений в соответствии с табл.1,

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Результаты поверки заносят в протокол по форме, приведенной в приложении 2.

8.2. При положительных результатах поверки расходомер клеймят в соответствии с ПР 50.2.007 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 ПР 50.2.006.

Приложение 1**Исходные внутренний диаметр фланца DIN****PN40**

Ду	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Фактический внутренний диаметр(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 диаметр(мм)	338.0	384.4	479.6						

PN25

Ду							200	250	300
Фактический внутренний диаметр(мм)							206.5	258.8	306.3
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диаметр(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 диаметр(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 диаметр(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 диаметр(мм)							206.5	260.4	309.7
Ду	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Фактический внутренний диаметр(мм)	341.4	388.8	492.0	595.8	695.0	797.0	894.0	996.0	1198.0

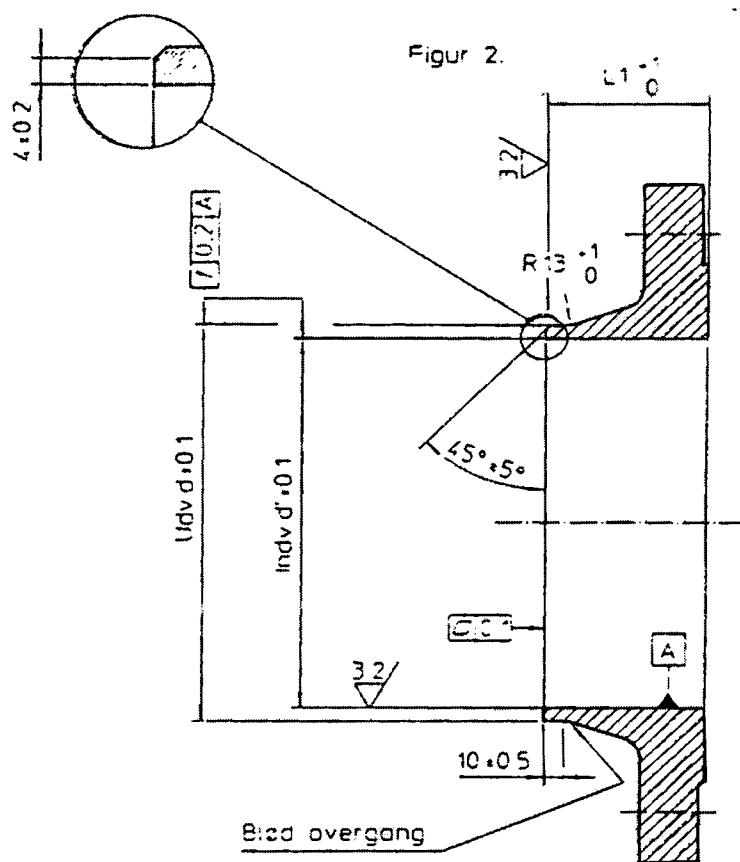


Схема определения внутреннего диаметра датчика, фланец DIN.

Приложение 2

ПРОТОКОЛ
проверки расходомера - счетчика ультразвукового

Сер. № _____

Год выпуска _____

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

- б) Проливной способ
- в) Комбинированный проливной способ
- г) Комбинированный поэлементный способ
- д) 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 _____

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 ($\text{м}^3/\text{ч}$)	Измере- ние	Показания дисплея счетчика объема, V_c , (м^3)	Показания уста- новки, V_u (м^3)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.2. Относительная погрешность при измерении количества импульсов

Расход ($\text{м}^3/\text{ч}$)	Измере- ние	Количество импульсов счетчика, N_i	Коэффициент преобразования, B_i , л/имп	Показания установ- ки, V_u (л)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.3. Относительная погрешность аналогового выхода

Расход ($\text{м}^3/\text{ч}$)	Измерение	Выходной ток, мА	Показания счет- чика, V_c (м^3)	Погрешность %, Δv

Заключение: _____

7.4.4. Относительная погрешность аналогового выхода с внутренним заданием

Задание, %	Расчетный выход- ной сигнал, (мА)	Измеренный выход- ной 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 диаметра, (мм)						

Среднее значение внутреннего диаметра (мм) : _____

Первоначальное значение внутреннего диаметра (мм) _____

Погрешность Δk (%): _____

Заключение о пригодности расходомера: _____

Поверитель: _____ (_____)

" ____ " _____