

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. Директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин



«20» января 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры ультразвуковые FLUXUS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2550-0337-2019

Руководитель отдела ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


К.В. Попов

Санкт-Петербург
2019

Настоящая методика поверки распространяется на Расходомеры ультразвуковые FLUXUS (далее - расходомеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 4 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа при поверке
Внешний осмотр	5.1
Опробование Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	5.2 и 5.2.1
Определение относительной погрешности измерений объема и объемного расхода.	5.3

В случае получения отрицательных результатов при проведении какой-либо операции поверка прекращается.

Допускается периодическая поверка в рабочем диапазоне измерений объемного расхода с указанием об этом в свидетельстве о поверке.

2 Средства поверки и вспомогательное оборудование

2.1 При проведении поверки применяются нижеперечисленные средства поверки и вспомогательное оборудование:

- Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии в соответствии с приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, часть 1 (установка поверочная с диапазоном измерений не менее, чем у поверяемого расходомера с погрешностью не более 1/3 пределов допускаемой погрешности поверяемого расходомера).

- Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.618-2014 (Установка поверочная расходомерная) с диапазоном измерений объемного расхода не меньше диапазона поверяемого расходомера;

- Барометр цифровой БАММ-1, диапазон измерений от 800 до 1060 гПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,20$ кПа (рег. номер 5738-76);

- Гигрометр психрометрический ВИТ-2, диапазоны измерений: температуры от плюс 16 до плюс 40 °C, цена деления 0,2 °C; относительной влажности от 20 до 90 % (рег. номер 42453-09);

- Метр металлический по ГОСТ 427-75 с ценой деления 10 мм (рег. номер 20048-05);

- Штангенциркуль ШЦ-П-1000 по ГОСТ 166-89 (ГР 22088-07); ПГ $\pm 0,1$ мм (рег. номер 22088-07);

- Рулетка измерительная Р10Н2Г по ГОСТ 7502-89 (ГР 46391-11); цена деления 1 мм, ПГ $\pm 0,2$ м (рег. номер 46391-11);

- Толщиномер ультразвуковой УТ 93-П по ГОСТ 25836; ПГ $\pm 0,1$ мм (рег. номер 46391-11).

- Имитатор (ИМ) (приложение Б).

2.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Примечание: допускается применять другие эталоны, СИ и вспомогательное оборудование, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Примечание:

- поверка проводится на воде для расходомеров, предназначенных для работы на жидкости, и на воздухе для расходомеров, предназначенных для работы на газообразной среде.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- действующими межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;

- правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;

- требованиями безопасности при эксплуатации Установок и применяемых средств поверки, приведенными в эксплуатационной документации.

3.2 При поверке необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80.

3.3 К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) и правила пользования средствами поверки. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности, в том числе и на рабочем месте.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|--------------|
| - температура окружающего воздуха, °C | от 15 до 25 |
| - относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе расходомер согласно РЭ;
- подготавливают эталоны, СИ согласно эксплуатационной документации на них;
- обеспечивают соблюдение требований безопасности соответствующего раздела руководства по эксплуатации на поверочное оборудование;
- подключают выход поверяемого расходомера к соответствующему входу эталонной установки.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать паспорту на поверяемый расходомер;
- расходомер не должен иметь механических повреждений;
- органы управления (переключатели, кнопки) должны перемещаться без заеданий.

Результаты внешнего осмотра признаются положительными, если поверяемый расходомер не имеет механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность расходомера, и следов вскрытия корпуса.

5.2 Опробование.

При опробовании расходомера устанавливается его работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией.

Необходимо включить расходомер и задать в измерительном участке эталонной установки несколько значений расхода.

Необходимо убедиться, что значения расхода на табло расходомера изменяется вслед за изменением расхода.

5.2.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)

Производится проверка идентификационного названия ПО расходомера.

Для определения номера версии встроенного ПО необходимо войти с помощью клавиатуры электронного блока расходомера FLUXUS в меню Special Funct. (Прочие функции), нажать клавишу ENTER (Ввод), выбрать запись списка Instrum. Inform. (информация о приборе) и еще раз нажать клавишу ENTER (Ввод). На ЖК-дисплее будет выведен номер версии встроенного ПО после буквы «V» (Рисунок 1).

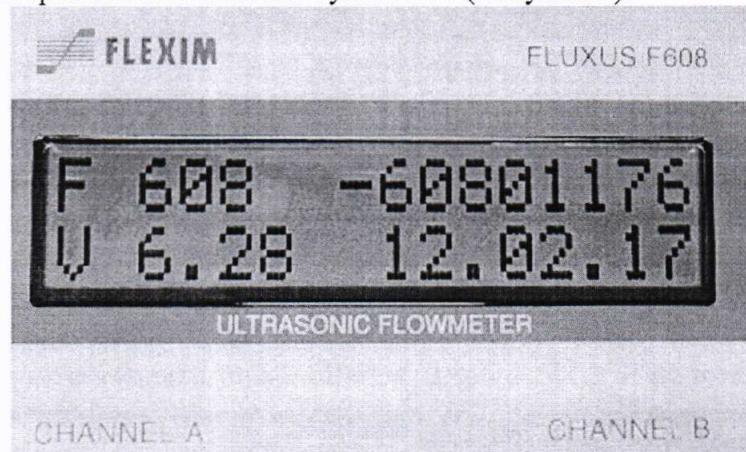


Рисунок 1 – номер версии встроенного ПО расходомера FLUXUS (здесь: версия 6.28)

Расходомер считается прошедшим проверку по данному пункту с положительными результатами, если на дисплее высвечивается номер версии встроенного ПО не ниже 6.01.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Clampon
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.01 и выше

5.3 Определение относительной погрешности при измерении объема и объемного расхода.

5.3.1 Определение относительной погрешности при измерении объема и объемного расхода проливным методом.

В соответствии с Руководством по эксплуатации эталонной установки, задают 5 значений расхода, равномерно распределенных между Q_{min} и Q_{max} (соответствует верхнему и нижнему пределам диапазона измерений скорости). При невозможности проведения поверки при расходе Q_{max} допускается проведение поверки при расходе не менее 0,3 Q_{max} .

Значение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема определяют по формуле

$$\delta_V = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где V и V_0 - значения объема по показаниям поверяемого расходомера и эталонной установки, соответственно, m^3 .

Рассчитывают нормированные значения погрешности для каждой точки по формуле из Таблицы 3.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения относительной погрешности при измерении объема в каждой поверочной точке не превышают следующих значений:

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение				
	F401	F501, F502	F(G)601, F(G)608	F(G)704, F(G)705, F(G) 706, F(G) 721	F(G)800, F(G)801, F(G)808, F(G)808, F(G) 8027, F(G) 8127
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении расхода и объема жидкости, %		± 2		± (2,0 (1,0) ¹⁾ + 0,1/V) (для V < 0,5 м/с) ± (1,0 (0,5)) ¹⁾ (для V ≥ 0,5 м/с) V - значение средней скорости измеряемой среды, м/с	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении расхода и объема газа в рабочих условиях, %		-			± 2(± 1) ¹⁾
1) - по заказу					

5.3.2 Проведение поверки имитационным методом (только для периодической поверки)

5.3.2.1 В лабораторных условиях

Расходомер монтируют на имитатор (приложение Б). Имитатор, заполненный водой (другой жидкостью средой, с известной скоростью ультразвука) или газом – атмосферным воздухом, с подключенным расходомером выдерживают при комнатной температуре (20±5) °C не менее 3 часов.

Измеряют температуру жидкости среды (воздуха) в имитаторе – t_B .

Расходомер переводится в режим измерения скорости распространения УЗВ.

Проводят измерение скорости распространения УЗВ в измеряемой среде.

В случае, если показания расходомера в режиме измерения скорости распространения УЗВ совпадают:

- для жидкости среды со значениями, определенными по таблице (Приложение В) или определенными с помощью вспомогательного устройства (Приложение Д).
- для воздуха с расчетным значением, рассчитанным по формуле:

$$C(T) = [331 + 0,59 \times \Delta T], \text{ м/с} \quad (1)$$

где: ΔT - разность температур ($\Delta T = t_B - 0$), °C;

$C(T)$ - скорость УЗВ в зависимости от температуры (м/с).

то в память расходомера вводят параметры имитатора (материал имитатора, внутренний диаметр, толщину стенок), в противном случае выполняют действия в соответствии с руководством по эксплуатации.

Переводят расходомер в режим измерения объемного расхода и объема.

Проводят измерение объемного расхода и объема при отсутствии скорости потока среды.

Результаты поверки считают положительными, если значение показаний расходомера при отсутствии скорости потока равно 0,00 (м³/ч) с допустимым отклонением не более 1 единицы младшего разряда.

5.3.2.2 В условиях эксплуатации

Проверка по данному пункту методики проводится при невозможности произвести демонтаж ультразвуковых преобразователей с трубопровода.

Определяют геометрические параметры трубопровода, на котором установлены ультразвуковые преобразователи и параметры рабочей среды.

До измерения толщины стенок трубопровода проверяют наличие отложений на внутренней его поверхности и, при необходимости, проводят их очистку или заменяют на новый трубопровод длиной, соответствующей нормированным в РЭ измерительным участкам. Значения шероховатости трубопровода берут из таблицы (Приложение Г).

Измерение диаметра трубопровода производят в трех плоскостях (на местах установки ультразвуковых преобразователей и в середине между ними), число измерений должно быть не менее девяти. За величину диаметра трубопровода принимают среднее значение всех измерений.

Толщину стенки трубопровода измеряют с помощью ультразвукового толщиномера в 9...12 точках, равномерно расположенных по окружностям трубопровода. За значение толщины стенки трубопровода принимают среднее значение всех измерений.

Закрывают задвижки до и после ультразвуковых преобразователей расходомера, и в закрытом состоянии выдерживают не менее 30 минут.

Измеряют температуру среды в трубопроводе.

Расходомер переводится в режим измерения скорости распространения УЗВ.

Проводят измерение скорости распространения УЗВ в измеряемой среде.

В случае, если показания расходомера в режиме измерения скорости распространения УЗВ совпадают со справочным значением скорости распространения ультразвука в рабочей среде, то в память расходомера вводят параметры участка трубы с установленными ультразвуковыми преобразователями (материал трубы, внутренний диаметр, толщину стенок), в противном случае проверяют качество установки датчиков, правильность указания рабочей среды в трубопроводе и выполняют действия в соответствии с руководством по эксплуатации.

Переводят расходомер в режим измерения объемного расхода и объема.

Проводят измерение значения объемного расхода и объема при отсутствии скорости потока среды.

Результаты поверки считают положительными, если значение показаний расходомера при отсутствии скорости потока равно 0,00 ($\text{м}^3/\text{ч}$) с допустимым отклонением не более 1 единицы младшего разряда.

При выполнении условий п. 5.2, 5.2.1, 5.3.2.2 расходомер считается пригодным к применению.

Все результаты поверочных операций заносятся в протокол, оформленный в форме, рекомендованной в приложении А.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте (раздел «Свидетельство о приемке»), заверенной поверителем и удостоверенной знаком поверки.

6.2 Положительные результаты периодической поверки оформляют выдачей свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.3 При отрицательных результатах поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности установленной формы с указанием причин непригодности.

Приложение А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ

Расходомер ультразвуковой FLUXUS

модели _____
зав. номер _____

Методика поверки МП 2550-0337-2019 утверждена ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 20 января 2019 г.

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °С _____
- относительная влажность, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки: _____

Номер версии встроенного ПО _____

ПО (соответствует/не соответствует)

Таблица 1-

Определение относительной погрешности при измерении объема и объемного расхода

№ измер.	V_3 , м ³	V , м ³	δ_v , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1				
2				
3				
4				
5				

Расходомер _____

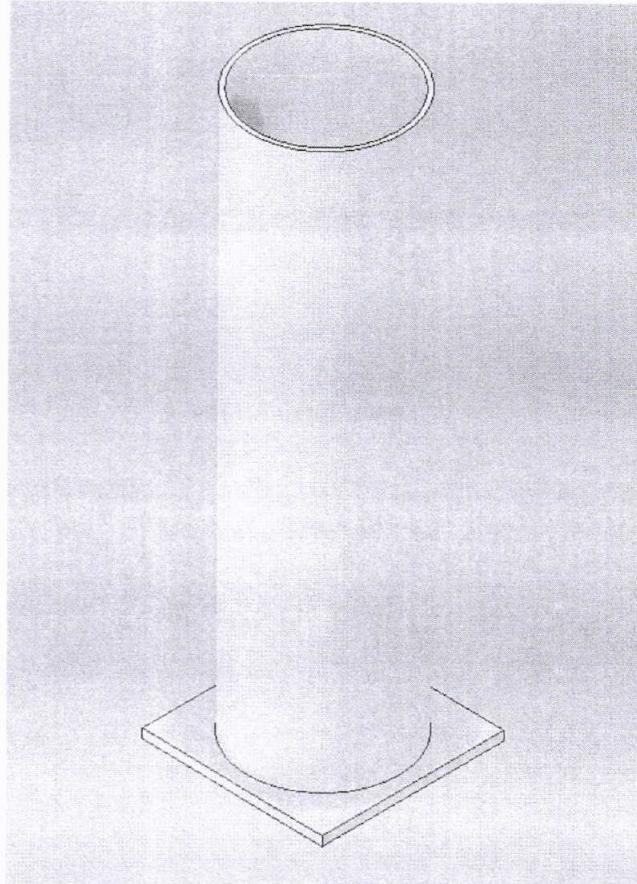
к эксплуатации годен (негоден)

Дата поверки "___" ____ 20__ г.

Поверитель _____ / _____ /
(подпись) (Ф.И.О.)

Описание имитатора

Имитатор собирается из трубы длиною 1500 мм, к торцу которой для герметизации приваривается металлический лист размером, достаточным для устойчивой установки трубы в вертикальном положении.



Преобразователи ультразвуковые поверяемого расходомера монтируют на трубе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на поверяемый расходомер. Диаметр трубы, на, которую устанавливают датчик, должен находиться в диапазоне размеров труб, для которых применяют преобразователи ультразвуковые поверяемого расходомера.

Наружный диаметр трубы и толщина стенки трубы определяется с использованием поверенных измерительных средств. Перед использованием параметров трубы следует убедиться, что в местах измерений отсутствуют выступы, наросты ржавчины, швы электросварки и т.д. В противном случае они должны быть защищены заподлицо с поверхностью трубы. Измерение диаметра производят в трех плоскостях (на местах установки ультразвуковых преобразователей и в середине между ними), число измерений должно быть не менее девяти. За величину диаметра трубопровода принимают среднее значение всех измерений. Толщину стенки трубопровода измеряют в 9...12 точках, равномерно расположенных по окружностям трубопровода. За величину толщины стенки трубопровода принимают среднее значение всех измерений.

Параметры имитатора - диаметр, толщина стенки и материал трубы используются в настройке расходомера.

Трубу имитатора заполняют водой, выше уровня установки верхнего датчика не менее чем на 20 см и дают выдержку в течение 3 ч для удаления пузырьков воздуха, при этом рекомендуется постукивать по трубе с целью ликвидации пузырьков, находящихся на стенке трубы.

Данные по скорости ультразвука в воде при разной температуре

$t, {}^\circ\text{C}$	$c, \text{м/с}$								
0	1402.7	20.0	1482.7	40.0	1528.9	60.0	1551.0	80.0	1554.5
0.5	1405.2	20.5	1484.2	40.5	1529.7	60.5	1551.3	80.5	1554.4
1.0	1407.7	21.0	1485.7	41.0	1530.5	61.0	1551.6	81.0	1554.2
1.5	1410.1	21.5	1487.1	41.5	1531.3	61.5	1551.8	81.5	1554.1
2.0	1412.6	22.0	1488.6	42.0	1532.1	62.0	1552.1	82.0	1553.9
2.5	1415.0	22.5	1490.0	42.5	1532.9	62.5	1552.4	82.5	1553.8
3.0	1417.3	23.0	1491.4	43.0	1533.7	63.0	1552.7	83.0	1553.6
3.5	1419.7	23.5	1492.8	43.5	1534.5	63.5	1552.9	83.5	1553.5
4.0	1422.0	24.0	1494.2	44.0	1535.0	64.0	1553.0	84.0	1553.3
4.5	1424.2	24.5	1495.6	44.5	1536.1	64.5	1553.5	84.5	1553.2
5.0	1426.5	25.0	1496.9	45.0	1536.9	65.0	1553.8	85.0	1553.0
5.5	1428.7	25.5	1498.3	45.5	1537.7	65.5	1554.0	85.5	1552.9
6.0	1430.9	26.0	1499.6	46.0	1537.8	66.0	1553.8	86.0	1552.5
6.5	1433.1	26.5	1500.9	46.5	1539.3	66.5	1554.6	86.5	1552.6
7.0	1435.2	27.0	1502.2	47.0	1540.1	67.0	1554.9	87.0	1552.4
7.5	1437.4	27.5	1503.4	47.5	1540.9	67.5	1555.1	87.5	1552.3
8.0	1439.5	28.0	1504.7	48.0	1540.3	68.0	1554.4	88.0	1551.5
8.5	1441.5	28.5	1505.9	48.5	1542.5	68.5	1555.7	88.5	1552.0
9.0	1443.6	29.0	1507.1	49.0	1543.3	69.0	1556.0	89.0	1551.8
9.5	1445.6	29.5	1508.2	49.5	1544.1	69.5	1556.2	89.5	1551.7
10.0	1447.6	30.0	1509.4	50.0	1542.6	70.0	1554.8	90.0	1550.5
10.5	1449.5	30.5	1510.5	50.5	1543.1	70.5	1554.9	90.5	1550.2
11.0	1451.5	31.0	1511.7	51.0	1543.6	71.0	1554.9	91.0	1549.9
11.5	1453.4	31.5	1512.8	51.5	1544.1	71.5	1555.0	91.5	1549.6
12.0	1455.3	32.0	1513.9	52.0	1544.6	72.0	1555.0	92.0	1549.3
12.5	1457.2	32.5	1515.0	52.5	1545.1	72.5	1555.1	92.5	1549.0
13.0	1459.0	33.0	1516.0	53.0	1545.6	73.0	1555.1	93.0	1548.7
13.5	1460.9	33.5	1517.1	53.5	1546.1	73.5	1555.2	93.5	1548.4
14.0	1462.7	34.0	1518.1	54.0	1546.5	74.0	1555.1	94.0	1547.9
14.5	1464.5	34.5	1519.1	54.5	1547.1	74.5	1555.3	94.5	1547.8
15.0	1466.2	35.0	1520.1	55.0	1547.6	75.0	1555.3	95.0	1547.5
15.5	1468.0	35.5	1521.1	55.5	1548.1	75.5	1555.4	95.5	1547.2
16.0	1469.7	36.0	1522.1	56.0	1548.2	76.0	1555.0	96.0	1546.5
16.5	1471.4	36.5	1523.0	56.5	1549.1	76.5	1555.5	96.5	1546.6
17.0	1473.1	37.0	1523.9	57.0	1549.6	77.0	1555.5	97.0	1546.3
17.5	1474.7	37.5	1524.8	57.5	1550.1	77.5	1555.6	97.5	1546.0
18.0	1476.4	38.0	1525.7	58.0	1549.7	78.0	1554.8	98.0	1544.9
18.5	1478.0	38.5	1526.6	58.5	1551.1	78.5	1555.7	98.5	1545.4
19.0	1479.6	39.0	1527.5	59.0	1551.6	79.0	1555.7	99.0	1545.1
19.5	1481.1	39.5	1528.3	59.5	1552.1	79.5	1555.8	99.5	1544.8

Шероховатость внутренней поверхности трубопроводов по ГОСТ 8.586-1-2005

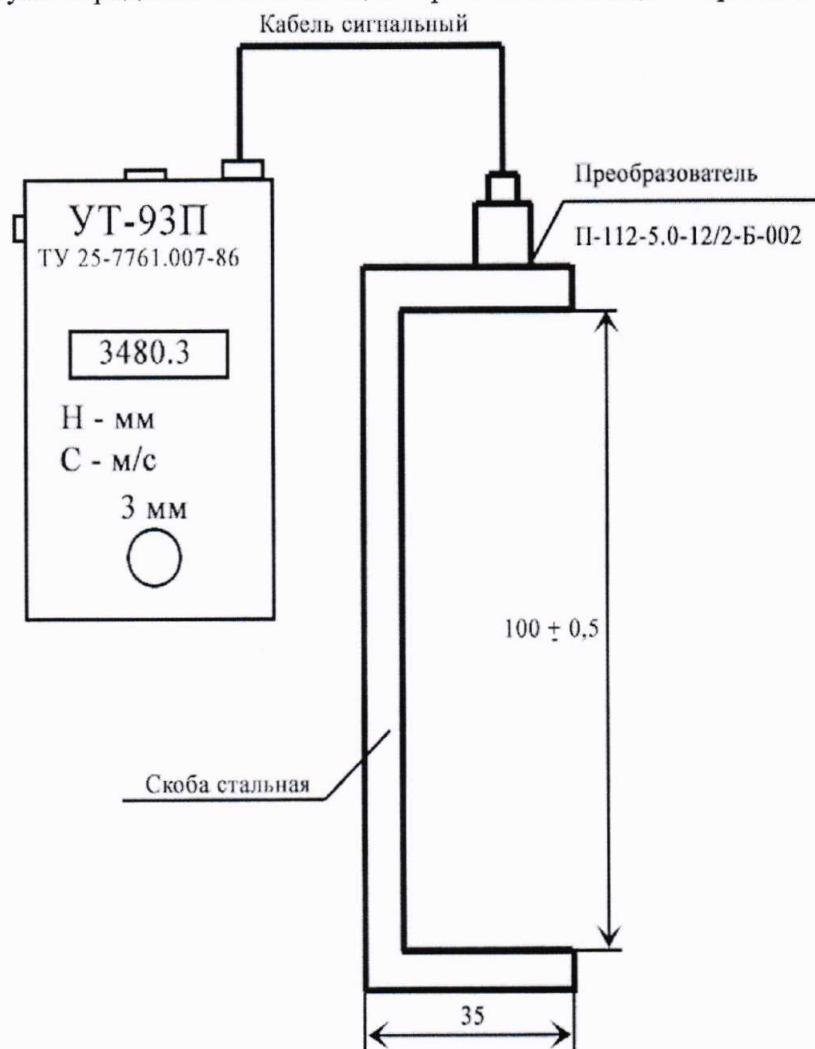
Вид труб и материал	Состояние поверхности стенки ИТ и условия эксплуатации	Значения		
		$R_{ш} \cdot 10^3$, м	$R_a \cdot 10^3$, м	$U'_{Rш}$
Цельнотянутые трубы из латуни, меди, алюминия, пластмассы	Технически гладкая, без отложений	0,03	0,01	100
Стеклянные	Чистая	0,01	0,003	100
Трубы из нержавеющей стали	Новая	0,03	0,01	100
Цельнотянутые стальные:	Новая			
- холоднотянутые		0,03	0,01	100
- горячетянутые		0,1	0,03	100
- прокатные		0,1	0,03	100
Цельносварные стальные:	Новая			
- прямошовные		0,1	0,03	100
- со спиральным швом		0,1	0,03	100
Стальные трубы	С незначительным налетом ржавчины	0,15	0,045	33
	Ржавая	0,25	0,08	20
	Покрытая накипью	1,25	0,375	60
	Сильно покрытая накипью	2	0,6	100
	Битуминизированная, новая	0,04	0,0125	20
	Битуминизированная, бывшая в эксплуатации	0,15	0,045	33
	Оцинкованная	0,13	0,04	100
Чугун	Новая, не бывшая в эксплуатации	0,25	0,08	100
	Ржавая	1,25	0,4	25
	Покрытая накипью	1,5	0,5	100
	Битуминизированная, новая	0,04	0,0125	20
Асбестоцемент	Покрытая и непокрытая, новая	0,03	0,01	100
	Непокрытая, бывшая в эксплуатации	0,05	0,015	100

Примечание

Если визуальный осмотр внутренней поверхности трубопровода невозможен, из таблицы 4 выбирают наибольшее для применяемого материала и технологии изготовления.

Приспособление для определения скорости ультразвука в жидкости

При отсутствии таблиц зависимости скоростей ультразвука от температуры жидкости скорость ультразвука определяется с помощью приспособления, изображенного на рисунке:



Непосредственно перед измерением скорости ультразвука корпус приспособления (скоба стальная) погружается в исследуемую жидкость, а толщиномер настраивается для измерения скорости ультразвука в жидкости. Затем ультразвуковым толщиномером производят непосредственное измерение скорости ультразвука. При этом в качестве контролируемой толщины принимают удвоенное значение базы приспособления, т.е. $200 \pm 0,1$ мм.

Скорость ультразвука в контролируемой жидкости определяется по зависимости:

$$C = C_{\text{ПР}} / 2, \text{ м/с},$$

где $C_{\text{ПР}}$ - показания ультразвукового толщиномера в режиме измерения скорости ультразвука, м/с.

Для измерения скорости ультразвука в жидкости возможно также применение толщиномеров других типов, прибора УС-12 ИМ (ЩО 2.048.045 ТО) и т.д.