

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по научной работе–

Заместитель директора по качеству



В.А. Фафурин

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ-СЧЕТЧИКИ ЖИДКОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ РТ900

Методика поверки

МП 0726-1-2018

г. Казань
2018 г.

Настоящая инструкция распространяется на расходомеры-счетчики жидкости ультразвуковые РТ900 (далее – расходомер-счетчик), предназначенные для измерений объемного расхода и объема жидкости.

Настоящая инструкция устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

Методика поверки предполагает проливной или имитационный способ поверки. Поверка осуществляется в диапазоне измерений, указанном в паспорте завода изготовителя, и он может отличаться от максимального диапазона измерений. Допускается проведение периодической поверки в меньшем диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в паспорте и свидетельстве о поверке.

Интервал между поверками – 4 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2	+	+
Опробование	6.3	+	+
Определение метрологических характеристик:			
– проливной метод поверки*	6.4.1	+	+
– имитационный метод поверки*	6.4.2	–	+
– определение приведенной погрешности аналогового канала ввода от 4 до 20 мА	6.4.3	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

* В зависимости от возможности проведения периодической поверки расходомера-счетчика выбирают один из методов определения относительной погрешности измерений объемного расхода (объема), указанных в методике поверки.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ Р 8.142–2013 и/или ГОСТ 8.374–2013 с пределами допускаемой относительной погрешности не более 1/3 погрешности расходомера-счетчика в диапазоне значений, соответствующих диапазону измерений (далее – эталон расхода);

– эталон 2-го разряда в диапазоне от 0 до 25 мА по ГОСТ 8.022–91 (далее – эталон силы постоянного тока);

– штангенциркуль ШЦ, ШЦК, ШЦЦ (регистрационный номер 52058-12);

– толщиномер ультразвуковой PocketMIKE (регистрационный номер 59806-15);

– термометр ртутный стеклянный ТЛ-4 (№2) (регистрационный номер 303-91);

– термогигрометр ИВА-6А-П-Д (регистрационный номер 46434-11);

– имитатор. Конструкция имитатора приведена в приложении А.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений (далее – СИ) с требуемой точностью.

2.3 Применяемые эталоны должны быть аттестованы; средства измерений, являющиеся средствами поверки, должны иметь действующий знак поверки и (или) свидетельство о поверке, и (или) запись в паспорте (формуляре) СИ, заверенной подписью поверителя и знаком поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомеров-счетчиков, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации расходомера-счетчика, средств поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

3.4 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятие с них показаний.

3.5 Конструкция соединительных элементов расходомера-счетчика и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления расходомера-счетчика и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

3.6 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

3.7 Подключение расходомеров-счетчиков к средствам поверки проводится в соответствии с эксплуатационными документами расходомеров-счетчиков и средств поверки.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки проливным методом или имитационным с демонтажем расходомера-счетчика должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| – измеряемая среда | вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001; |
| – температура измеряемой среды | от плюс 15 до плюс 25 °С; |
| – температура окружающего воздуха | от плюс 15 до плюс 25 °С; |
| – относительная влажность | от 30 до 80 %; |
| – атмосферное давление | от 86 до 106 кПа. |

4.2 При поверке имитационным методом без демонтажа расходомера-счетчика измерительного трубопровода условия поверки должны соответствовать рабочим условиям эксплуатации средств поверки и расходомера-счетчика. Работы проводят при рабочем давлении и стабильных температурах окружающей и рабочей сред. Расходомер-счетчик и трубная обвязка не должны подвергаться воздействию осадков, солнечных лучей.

4.3 В качестве измеряемой среды при имитационном методе поверки может использоваться вода или другая жидкость с известной скоростью звука (стандартная относительная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, используемой для расчета скорости распространения звука в рабочей среде не должна превышать 0,1 %).

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

5.1 При определении относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости расходомера-счетчика проливным методом:

5.1.1 Проверяют соблюдения условий разделов 2–4 настоящей инструкции.

5.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

5.1.3 Проводят необходимые соединения расходомера-счетчика и средств поверки, согласно эксплуатационным документам на расходомера-счетчика и средства поверки.

5.1.4 Осуществляют связь расходомера-счетчика с беспроводным планшетным персональным компьютером с операционной системой Android (версия 4.4 или выше) с установленным программным пакетом RT900 APP (далее – ПК).

5.1.5 Проводят измерение наружного диаметра участка измерительного трубопровода, на который будут установлены ультразвуковые преобразователи расходомера-счетчика (далее – УП), и толщину стенки в следующей последовательности:

– очищают поверхность участка измерительного трубопровода от грязи;

– в трех сечениях измерительного трубопровода: на месте установки двух УП и в середине участка измерительного трубопровода между двумя УП (рисунок 1) с помощью штангенциркуля измеряют наружный диаметр измерительного трубопровода в четырех равномерно распределенных друг от друга плоскостях (рисунок 1). В каждой из плоскостей провести три измерения. За результат измерений принять среднее арифметическое значение результатов 36 измерений диаметра (D_n , мм).

– в этих же сечениях измерительного трубопровода с помощью ультразвукового толщиномера измеряют толщину стенки трубопровода в четырех равномерно распределенных друг от друга точках. В каждой точке провести три измерения. За результат измерений принять среднее арифметическое значение результатов 36 измерений толщины стенки (h , мм).

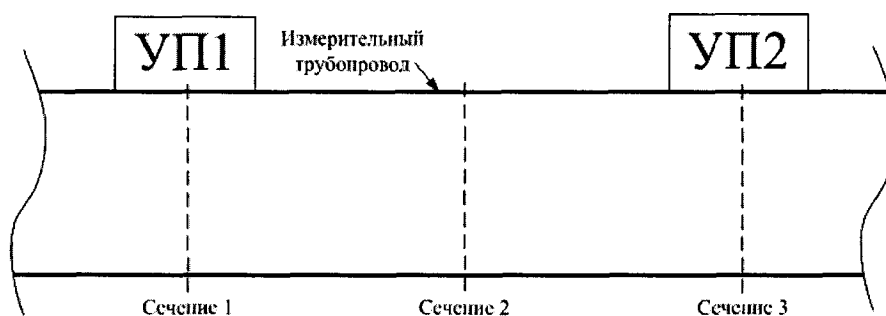


Рисунок 1 – Расположение сечений для измерений наружного диаметра и толщины стенки измерительного трубопровода

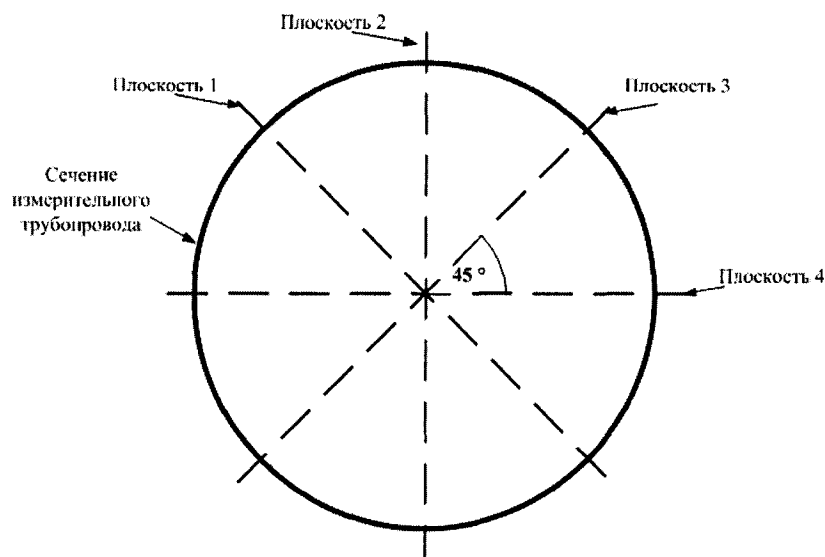


Рисунок 2 – Сечение измерительного трубопровода

5.1.6 Через ПК вводят измеренные параметры (наружный диаметр измерительного трубопровода, D_n , мм и толщина стенки измерительного трубопровода, h , мм) в электронно-вычислительный блок расходомера счетчика.

5.1.7 Проводят подключение УП к электронно-вычислительному блоку расходомера счетчика и монтируют их на измерительный трубопровод согласно руководству по эксплуатации.

5.2 При проверке имитационным методом с установкой ультразвуковых преобразователей на имитатор:

5.2.1 Определяют и заносят в память электронно-вычислительного блока расходомера-счетчика геометрические параметры имитатора в соответствии с п. 5.1.5-5.1.6.

5.2.2 Проводят подключение УП к электронно-вычислительному блоку расходомера счетчика и монтируют их на имитаторе согласно приложению А и руководству по эксплуатации.

5.2.3 Заполняют имитатор водой, контролируя отсутствие пузырьков воздуха.

5.2.4 Стабилизируют температуру воды в имитаторе. Разность температур воды в имитаторе и окружающей среды должна быть не более 5 °С.

5.3 При проверке имитационным методом без снятия ультразвуковых преобразователей с измерительного трубопровода:

5.3.1 Перекрывают измерительный участок (трубопровод с УП) и обеспечивают отсутствие течения жидкости.

5.3.2 Обеспечивают возможность измерения температуры и давления жидкости внутри измерительного участка (трубопровода с УП).

5.4 Расходомер-счетчик и средства проверки выдерживают при условиях, указанных в п. 4.1, не менее 2-х часов, если рекомендуемое время их выдержки не указано в руководстве по эксплуатации.

5.5 При определении приведенной погрешности расходомера-счетчика при преобразовании входных аналоговых токовых сигналов подключают эталон силы постоянного тока к соответствующему аналоговому каналу ввода расходомера-счетчика.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

– отсутствие механических повреждений и дефектов расходомера-счетчика и соединительных кабелей;

– соответствие комплектности, внешнего вида и маркировки требованиям эксплуатационных документов.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

– на расходомере-счетчике и соединительных кабелях отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующих его применению;

– комплектность расходомера-счетчика, его внешний вид и надписи соответствуют требованиям эксплуатационных документов.

6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения расходомера-счетчика проводят путем определения идентификационных данных и их сравнения с указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа.

Определение идентификационных данных расходомера-счетчика осуществляют с помощью ПК согласно разделу 7 руководства по эксплуатации на расходомер-счетчик.

Результаты проверки подлинности ПО расходомера-счетчика считают положительными, если определенные идентификационные данные совпадают с указанными в описании типа.

6.3 Опробование

Проводят проверку общей работоспособности расходомера-счетчика. При этом:

– контролируют результаты самодиагностики расходомера-счетчика при включении;

– контролируют отсутствие индикации сбоев и коммуникационных ошибок ПК в процессе эксплуатации.

Результаты проверки общей работоспособности расходомера-счетчика считают положительными если:

– самодиагностика расходомера-счетчика прошла успешно;

– в процессе эксплуатации на ПК индикации сбоев и коммуникационных ошибок не возникло;

– в процессе эксплуатации в журнале ошибок не появилось сообщений о сбоях и ошибках.

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Пролитной метод поверки

При пролитном методе поверки определяют относительную погрешность при измерении объемного расхода (объема) жидкости. Измерения проводят не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерения объемного расхода расходомера-счетчика, указанного в паспорте, включая крайние точки. При этом в каждой точке расхода выполняют не менее трех измерений.

Объемный расход устанавливается по показаниям эталона расхода в пределах $\pm 5\%$ от номинального значения внутри диапазона измерений объемного расхода расходомера-счетчика.

Примечание – Перед определением относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости расходомера-счетчика пролитным методом необходимо установить нулевой расход согласно руководству по эксплуатации расходомера-счетчика. При этом значение расхода измеряемой среды в эталоне расхода должен быть равно нулю.

В каждой точке объемного расхода проводят измерение накопленного объема, м^3 , или осредненное значение объемного расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$. Время каждого измерения не менее двух минут.

Примечание – Съем показаний накопленного объема или осредненного значения объемного расхода измеряемой среды расходомера-счетчика проводят при помощи частотно-импульсного выхода.

Относительную погрешность при измерении объемного расхода (объема) расходомера-счетчика $\delta_{\text{ж}i}$, %, определяют по формулам:

– в случае измерения накопленного объема измеряемой среды:

$$\delta_{\text{ж}i} = \frac{V_{ij}^{\text{жс}} - V_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}}{V_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $V_{ij}^{\text{жс}}$ – накопленный объем жидкости, измеренный расходомером-счетчиком при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³;

$V_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}$ – накопленный объем жидкости, измеренный эталоном расхода при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³.

$$V_{ij}^{\text{жс}} = N_{ij} \cdot K, \quad (2)$$

где N_{ij} – количество импульсов, считанных с частотно-импульсного выхода расходомера-счетчика при i -ом измерении в j -ой точке расхода, импульсы;

K – вес импульса расходомера-счетчика, м³/импульсы.

– в случае измерения осредненное значение объемного расхода измеряемой среды:

$$\delta_{\text{ж}i} = \frac{Q_{ij}^{\text{жс}} - Q_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}}{Q_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $Q_{ij}^{\text{жс}}$ – осредненное значение объемного расхода, измеренное расходомером-счетчиком при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³/ч;

$Q_{ij\text{Э}}^{\text{жс}}$ – осредненное значение объемного расхода, измеренное эталоном расхода при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³/ч.

$$Q_{ij}^{\text{жс}} = \frac{(f_{ij\text{ср}} - f_{\text{min}}) \cdot (Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}})}{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}} + Q_{\text{min}}, \quad (4)$$

где $f_{ij\text{ср}}$ – средневзвешенное значение частотного сигнала расходомера-счетчика при i -ом измерении в j -ой точке расхода, Гц;

f_{max} – максимальное значение диапазона частотного сигнала расходомера-счетчика, Гц;

f_{min} – минимальное значение диапазона частотного сигнала расходомера-счетчика, Гц;

Q_{max} значение объемного расхода расходомера-счетчика, соответствующее максимальному значению границы диапазона частотного сигнала f_{max} , м³/ч;

Q_{min} значение объемного расхода расходомера-счетчика, соответствующее минимальному значению границы диапазона частотного сигнала f_{min} , м³/ч.

Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная относительная погрешность измерений объемного расхода (объема) жидкости расходомера-счетчика при каждом i -ом измерении в j -й контрольной отметке, рассчитанная по формуле (1) или (2), не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости расходомера-счетчика

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости, %:	
а) при измерении объемного расхода (объема) жидкости в трубопроводе одним измерительным каналом:	
при номинальном диаметре трубопровода от DN 12,7 до DN 50	±2,5
при номинальном диаметре трубопровода св. DN 50 до DN 2000	±1,5
б) при измерении объемного расхода (объема) жидкости в трубопроводе двумя измерительными каналами:	
при номинальном диаметре трубопровода от DN 12,7 до DN 50	±2,0
при номинальном диаметре трубопровода св. DN 50 до DN 2000	±1,0

6.4.2 Имитационный метод поверки

При имитационном методе поверки расходомера-счетчика проводят следующие операции:

- определение относительной погрешности при измерении скорости звука в измеряемой среде;
- проверка стабильности нуля расходомера-счетчика.

6.4.2.1 Определение относительной погрешности при измерении скорости звука в измеряемой среде

Определение скорости звука в измеряемой среде расчетным путем проводят в следующей последовательности:

- измеряют температуру измеряемой среды в имитаторе (измерительном трубопроводе, измерительном участке) до и после считывания скорости звука с ПК;
- измеряют давление измеряемой среды в измерительном трубопроводе или измерительном участке до и после считывания скорости звука с ПК. Если поверку проводят на имитаторе, то допускается значение давления принять условно-постоянным параметром, равным 101,325 кПа.
- по средним значениям измеренных температуры и давления определяют скорость звука в измеряемой среде, C_0 , м/с.

Проводят измерение скорости звука в измеряемой среде с помощью поверяемого расходомера-счетчика согласно руководству по эксплуатации в течение времени не менее двух минут и находят среднее значение, C , м/с.

Относительную погрешность измерения скорости звука в измеряемой среде, δ_c , %, определяют по формуле:

$$\delta_c = \frac{C - C_0}{C_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где C_0 – скорость звука, определенная расчетным путем для измеряемой среды, м/с;

C – скорость звука, измеренная расходомером-счетчиком, м/с.

Результаты проверки считают положительными, если относительная погрешность измерения скорости звука в измеряемой среде не превышает ±0,3 %.

6.4.2.2 Проверка стабильности нуля расходомера-счетчика

Проверку стабильности нуля расходомера-счетчика проводят в следующей последовательности:

- обеспечивают отсутствие движения измеряемой среды в измерительном трубопроводе или имитаторе;
- проводят измерение скорости измеряемой среды в течение 5 минут и находят среднее значение.

Результаты проверки считают положительными, если измеренная расходомером-счетчиком скорость измеряемой среды в измерительном трубопроводе или имитаторе не превышает 0,03 м/с.

6.4.2.3 При положительных результатах проверки по 6.4.2.1, 6.4.2.2 погрешность расходомера-счетчика определяют по таблице 2.

Таблица 2 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости расходомера-счетчика

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости при поверке имитационным методом, %:	
при номинальном диаметре трубопровода от DN 12,7 до DN 50	±5,0
при номинальном диаметре трубопровода св. DN 50 до DN 2000	±3,0

6.4.3 Определение приведенной погрешности аналогового канала ввода от 4 до 20 мА

Подключают эталон силы постоянного тока, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, к соответствующим каналам расходомера-счетчика. С помощью эталона силы постоянного тока на входе канала ввода аналогового сигнала от 4 до 20 мА расходомера-счетчика генерируют электрический сигнал от 4 до 20 мА. В качестве реперных точек принимают пять значений, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений аналогового сигнала от 4 до 20 мА расходомера-счетчика (включая крайние точки диапазона). В соответствии с руководством по эксплуатации расходомера-счетчика с помощью ПК считывают значения входного электрического сигнала от 4 до 20 м.

По результатам измерений в каждой реперной точке рассчитывают приведенную погрешность аналогового канала ввода от 4 до 20 мА расходомера-счетчика γ_{Bx} , %, по формуле

$$\gamma_{Bx} = \frac{I_{изм} - I_{эт}}{16} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{изм}$ – показания расходомера-счетчика, мА;

$I_{эт}$ – показания эталона силы постоянного тока, мА.

Результаты проверки считают положительными, если для каждой реперной точки приведенная погрешность аналогового канала ввода от 4 до 20 мА расходомера-счетчика, рассчитанная по формуле (6), не выходит за пределы ±0,4 %.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты проверки оформляют протоколом произвольной формы с указанием даты и места проведения проверки, условий проверки, применяемых эталонов, результатов расчета погрешности, калибровочных коэффициентов, записанных в электронно-вычислительном блоке.

7.2 При положительных результатах проверки на расходомер-счетчик выписывают свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.3 При определении относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) жидкости проливным методом на обратной стороне свидетельства о поверке указывают внутренний диаметр измерительного трубопровода, на который был установлен расходомер-счетчик при поверке, диапазон объемного расхода (скорости) жидкости, в котором проведена поверка, пределы допускаемой относительной

погрешности при измерении объемного расхода (объема) жидкости и калибровочные коэффициенты расходомера-счетчика (K-факторы).

7.4 При имитационном методе поверки на обратной стороне свидетельства о поверке указывают измеряемую среду, на которой была проведена поверка, внутренний диаметр измерительного трубопровода, на который был установлен расходомер-счетчик при поверке, и пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) жидкости.

7.5 При отрицательных результатах поверки расходомер-счетчик к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Конструкция имитатора

Общий вид имитатора представлен на рисунке А.1.

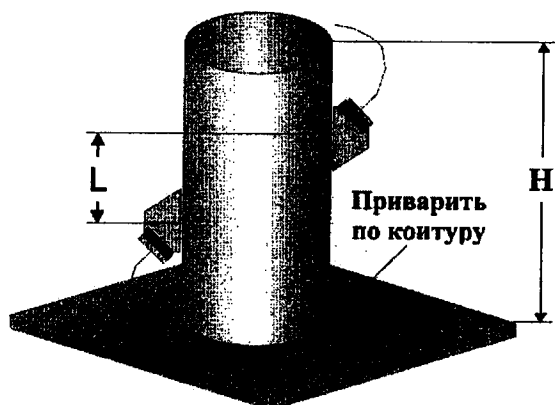


Рисунок А.1 – Имитатор для расходомеров-счетчиков

Имитатор представляет собой отрезок металлической трубы длиной H , который приварен под углом 90° к опорной пластине. Характеристики имитатора могут изменяться в следующих пределах:

номинальный диаметр отрезка трубы, D_i : от 150 до 300 мм;

толщина стенок, h : от 3 до 20 мм;

материал трубы: сталь.

Высота цилиндра H определяется расстоянием между УП вдоль продольной оси отрезка трубы – L и размерами монтажных приспособлений, используемых для их установки на трубе.

Для слива жидкости в нижней части имитатора на опорной пластине должен быть установлен вентиль (на рисунке не показан).