



## Портативный ультразвуковой расходомер газа

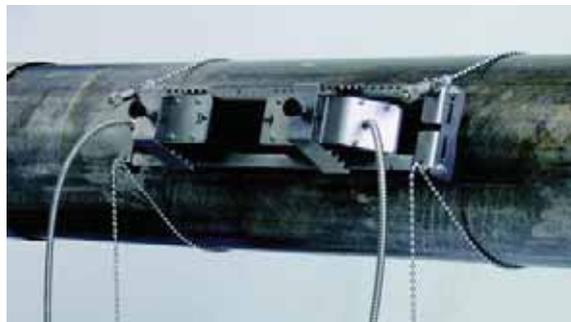
Портативный прибор для быстрого измерения расхода ультразвуковым методом без необходимости прямого контакта датчиков со средой, для любых систем трубопроводов

### Характеристики

- Отсутствие прямого контакта со средой за счет использования накладных датчиков для точного, двунаправленного измерения расхода
- Портативный расходомер необычайно прост в использовании, оснащен в стандартном исполнении двумя измерительными каналами, множеством входов и выходов, а также архивом измеряемых значений и последовательным интерфейсом
- Автоматическое распознавание и загрузка калибровочных параметров накладных датчиков снижает время установки и обеспечивает точные и стабильные результаты измерений в течение долгого времени
- Литиево-ионный аккумулятор рассчитан на 14 часов работы в режиме измерения
- Испытанный бесконтактный метод измерения; датчики для большого диапазона внутренних диаметров (7...1600 мм) и температур от -40...+200 °С; нечувствительны к воздействию пыли и влаги
- Встроенная функция измерения толщины стенки
- Водо- и пыленепроницаемый, устойчивый к воздействию масел, большого количества жидкостей и загрязнений
- Прочный, водонепроницаемый (IP 67) транспортировочный чемодан с разнообразными принадлежностями
- Крепление для моментального крепления прибора к трубе в сложных условиях



RG601 установлен на рукоятке для переноски



Измерение датчиками, смонтированными на портативной шине

### Области применения

- Разработан для использования в жестких промышленных условиях, в первую очередь для газодобывающей и газоперерабатывающей промышленности. Также для применения в химической и нефтяной промышленности. Основными областями применения являются:
  - измерения на магистральных газопроводах, компрессорных станциях, хранилищах природного газа, газодобывающих площадках
  - измерение синтезируемого газа
  - эксплуатационные измерения в системах газоснабжения
  - диагностика неисправностей стационарно установленных расходомеров, сервисное и периодическое обслуживание газопроводов

## Оглавление

<b>Функция</b> .....	<b>3</b>
Принцип измерений .....	3
Расчет объемного расхода.....	3
Количество путей прохождения .....	4
Типичная измерительная схема .....	5
Стандартный объемный расход.....	5
<b>Расходомер</b> .....	<b>6</b>
Технические данные .....	6
Размеры .....	8
Стандартные комплекты поставки.....	9
Подключение адаптеров.....	10
Пример комплектации транспортировочного чемодана .....	11
<b>Датчики</b> .....	<b>12</b>
Выбор датчиков .....	12
Ключ кода заказа .....	15
<b>Крепления датчиков</b> .....	<b>16</b>
<b>Контактные средства для датчиков</b> .....	<b>17</b>
<b>Изоляционные маты (опция)</b> .....	<b>18</b>
<b>Системы подключения</b> .....	<b>19</b>
Кабели датчика.....	19
<b>Датчик температуры (опция)</b> .....	<b>20</b>
<b>Датчик толщины стенки (опция)</b> .....	<b>22</b>

## Функция

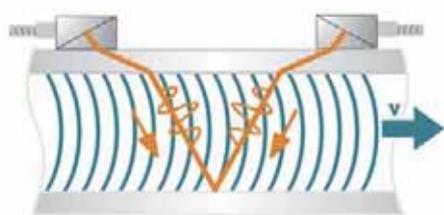
### Принцип измерений

Для измерения потока среды применяются ультразвуковые сигналы с использованием так называемого метода времени прохождения (временнй импульсного, времяпролетного). Ультразвуковые сигналы посылаются первым датчиком, установленным на трубе, отражаются от противоположной стенки и снова принимаются вторым датчиком. Сигналы попеременно посылаются по и против направления потока.

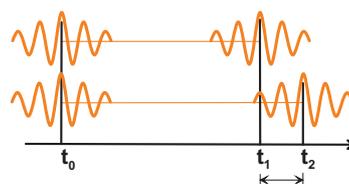
Поскольку среда, через которую распространяется сигнал, находится в движении, то время прохождения звукового сигнала в направлении потока короче, чем время прохождения сигнала против потока.

Расходомер измеряет разницу во времени прохождения  $\Delta t$  и на основании этой величины рассчитывает среднюю скорость потока вдоль пути распространения сигнала. С поправкой на профильное сечение потока, прибор рассчитывает скорость потока через поперечное сечение, которая пропорциональна объемному расходу.

Расходомер проверяет специальным электронным блоком поступающие ультразвуковые сигналы на пригодность для поведения измерений и оценивает достоверность результатов значений. Весь процесс измерения управляется интегрированными микропроцессорами. Паразитные сигналы подавляются.



Путь ультразвукового сигнала



Разность времени прохождения  $\Delta t$

### Расчет объемного расхода

$$Q = k_{Re} \cdot A \cdot k_{\alpha} \cdot \Delta t / (2 \cdot t_t)$$

где:

$Q$  - объемный расход

$k_{Re}$  - гидромеханический поправочный коэффициент

$A$  - площадь поперечного сечения трубы

$k_{\alpha}$  - константа расходомера

$\Delta t$  - разность времени прохождения

$t_t$  - время прохождения измерительного сигнала в среде

## Количество путей прохождения

Количество путей прохождения - это число проходов ультразвуковых сигналов через среду в трубе.

**Режим отражения:** количество путей прохождения = четное, датчики монтируются на одной и той же стороне трубы, точное позиционирование датчиков реализовать просто.

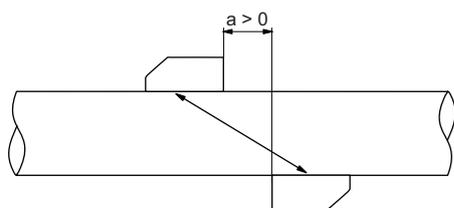
**Диагональный режим:** количество путей прохождения = нечетное, датчики монтируются на противоположных сторонах трубы.

Увеличение числа путей прохождения позволяет добиться большей точности измерения, однако приводит к затуханию сигнала.

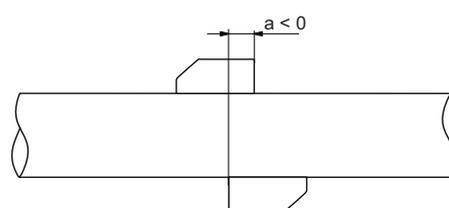
Если затухание сигнала средой, стенками трубы или обшивкой большое, используется диагональный режим с одним путем прохождения.

Оптимальное количество путей прохождения автоматически рассчитывается расходомером, исходя из параметров применения.

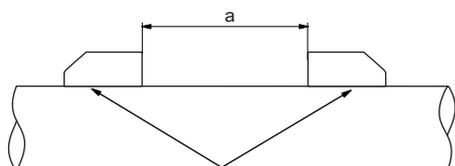
Поставляемое крепление могут служить для установки датчиков на трубы для измерений в режиме отражения и в диагональном режиме. Это позволяет установить оптимальное для применения количество путей прохождения.



Диагональный режим, количество путей прохождения: 1



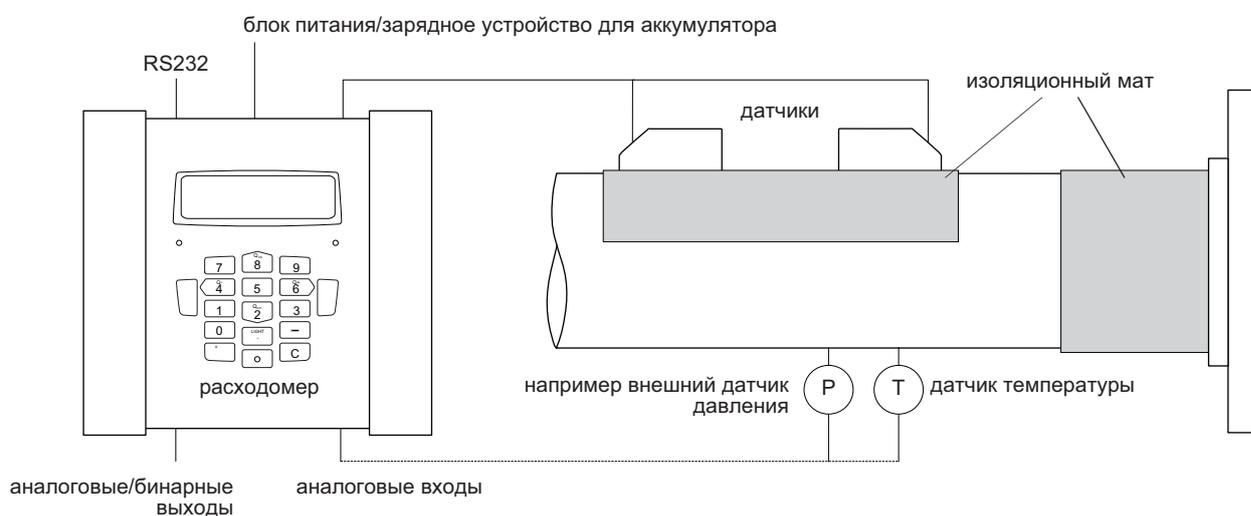
Диагональный режим, количество путей прохождения: 1, отрицательное расстояние между датчиками



Режим отражения, количество путей прохождения: 2

a - расстояние между датчиками

## Типичная измерительная схема



Пример схемы измерения в режиме отражения с подключением входов к внешней системе измерения рабочего давления и температуры для расчета стандартного объемного расхода

## Стандартный объемный расход

В качестве измеряемой величины может быть выбрана стандартный объемный расход. Его расчет осуществляется по формуле:

$$V_N = V \cdot p/p_N \cdot T_N/T \cdot 1/K$$

где:

- $V_N$  - стандартный объемный расход
- $V$  - рабочий объемный расход
- $p_N$  - стандартное давление (абсолютное значение)
- $p$  - рабочее давление (абсолютное значение)
- $T_N$  - стандартная температура в К
- $T$  - рабочая температура в К
- $K$  - фактор сжимаемости газа

Рабочее давление  $p$  и рабочая температура  $T$  среды вводятся непосредственно в расходомер в качестве постоянных величин.

Или:

Если инсталлированы входы (опция), давление и температура могут измеряться с помощью установленных эксплуатирующей стороной устройств и передаваться на расходомер.

Фактор сжимаемости газа  $K$  газа вносится в память расходомера:

- в качестве постоянной величины или
- в качестве приближения, согласно AGA8 или GERG

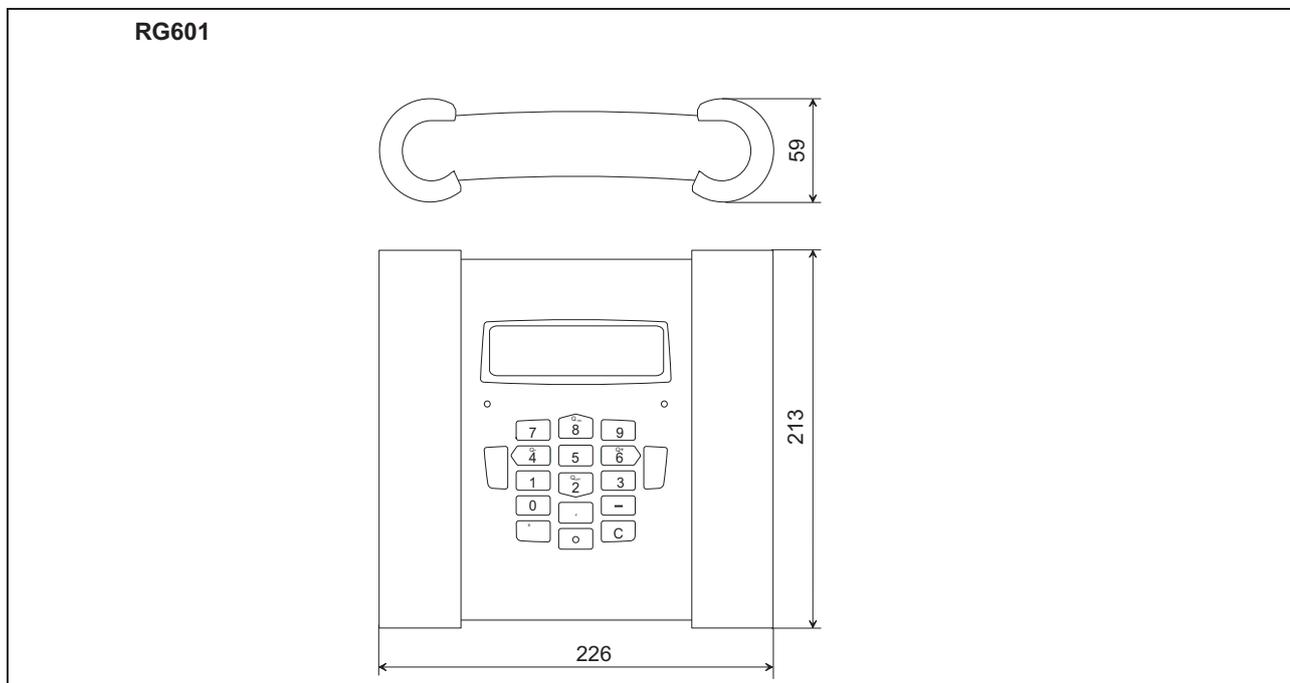
## Расходомер

### Технические данные

ПИР	<b>RG601</b>
исполнение	портативный
	
<b>измерение</b>	
принцип измерений	режим корреляций на основе разности времени прохождения ультразвука
скорость потока	0.01...35 м/с, в зависимости от диаметра трубы
воспроизводимость	0.15 % от измеряемого значения
отклонение от измеряемого значения	
- объемный расход	$\pm 1...2$ % от измеряемого значения в зависимости от применения и схемы установки
среда	газы с соотношением характеристического акустического импеданса стенки трубы и газа < 3000, например азот, воздух, кислород, водород, аргон, гелий, этилен, пропан
<b>расходомер</b>	
питание напряжения	100...240 В/50...60 Гц (блок питания), 10.5...15 В DC (гнездо на расходомере) или встроенный аккумулятор
аккумулятор	Li-Ion, 7.2 В/4.5 Ач рабочее время (без входов/выходов и подсветки): > 14 ч
потребляемая мощность	< 6 Вт
количество измерительных каналов	2
затухание сигнала	0...100 с, регулируется
цикл измерений (1 канал)	100...1000 Гц
время срабатывания	1 с (1 канал), опция: 70 мс
материал	РА, ТРЕ, AutoTex, легированная сталь
степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP 65
вес	1.9 кг
крепление	быстросъемное крепление
рабочая температура	-10...+60 °С
индикация	2 x 16 знаков точечной матрицы, с подсветкой
язык меню	английский, немецкий
<b>измерительные функции</b>	
измеряемые величины	рабочий объемный расход, стандартный объемный расход, массовый расход, скорость потока
счётчики количества	объем, масса
расчетные функции	среднее значение, разность, сумма
<b>встроенный архив измерений</b>	
сохраняемые значения	все измеряемые величины и суммированные измеряемые величины
емкость	> 100 000 измеряемых значений

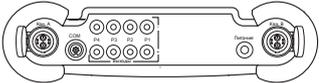
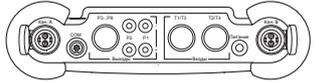
<b>коммуникация</b>	
интерфейс	RS232/USB
<b>комплект программного обеспечения</b>	
программное обеспечение (все версии Windows™)	выборка измеренных данных, графический вид, конвертирование в другие форматы (например для Excel™)
кабель	RS232
адаптер	RS232 - USB
<b>транспортный чемодан</b>	
размеры	500 x 400 x 190 мм
<b>выходы</b>	
	Выходы гальванически отделены от расходомера.
количество	смотри стандартные комплекты поставки на странице 9, макс. по запросу
принадлежности	выходной адаптер (если количество выходов > 4)
<b>токовый выход</b>	
диапазон	0/4...20 мА
точность измерений	0.1 % от измеряемого значения ±15 мА
активный выход	$R_{ext} < 200 \Omega$
пассивный выход	$U_{ext} = 4...16 \text{ В}$ , в зависимости от $R_{ext}$ $R_{ext} < 500 \Omega$
<b>частотный выход</b>	
диапазон	0...10 кГц
открытый коллектор	24 В/4 мА
<b>бинарный выход</b>	
оптическое реле	32 В/100 мА
бинарный выход в качестве выхода сигнализации	предельное значение, изменение направления потока или ошибка
- функции	
бинарный выход в качестве импульсного выхода	0.01...1 000 единиц
- выражение значений импульса	
- длительность импульса	
<b>входы</b>	
	Входы гальванически отделены от расходомера.
количество	стандартные комплекты поставки на странице 9, макс. 4
принадлежности	входной адаптер (если количество входов > 2)
<b>температурный вход</b>	
обозначение	Pt100/Pt1000
подключение	4 провода
диапазон	-150...+560 °С
разрешение	0.01 К
точность измерений	±0.01 % от измеряемого значения ±0.03 К
<b>токовый вход</b>	
диапазон	пассивный: -20...+20 мА
точность измерений	0.1 % от измеряемого значения ±10 мА
пассивный вход	$R_i = 50 \Omega$ , $P_i < 0.3 \text{ Вт}$
<b>вход напряжения</b>	
диапазон	0...1 В
точность измерений	0.1 % от измеряемого значения ±1 мВ
внутреннее сопротивление	$R_i = 1 \text{ М}\Omega$

## Размеры

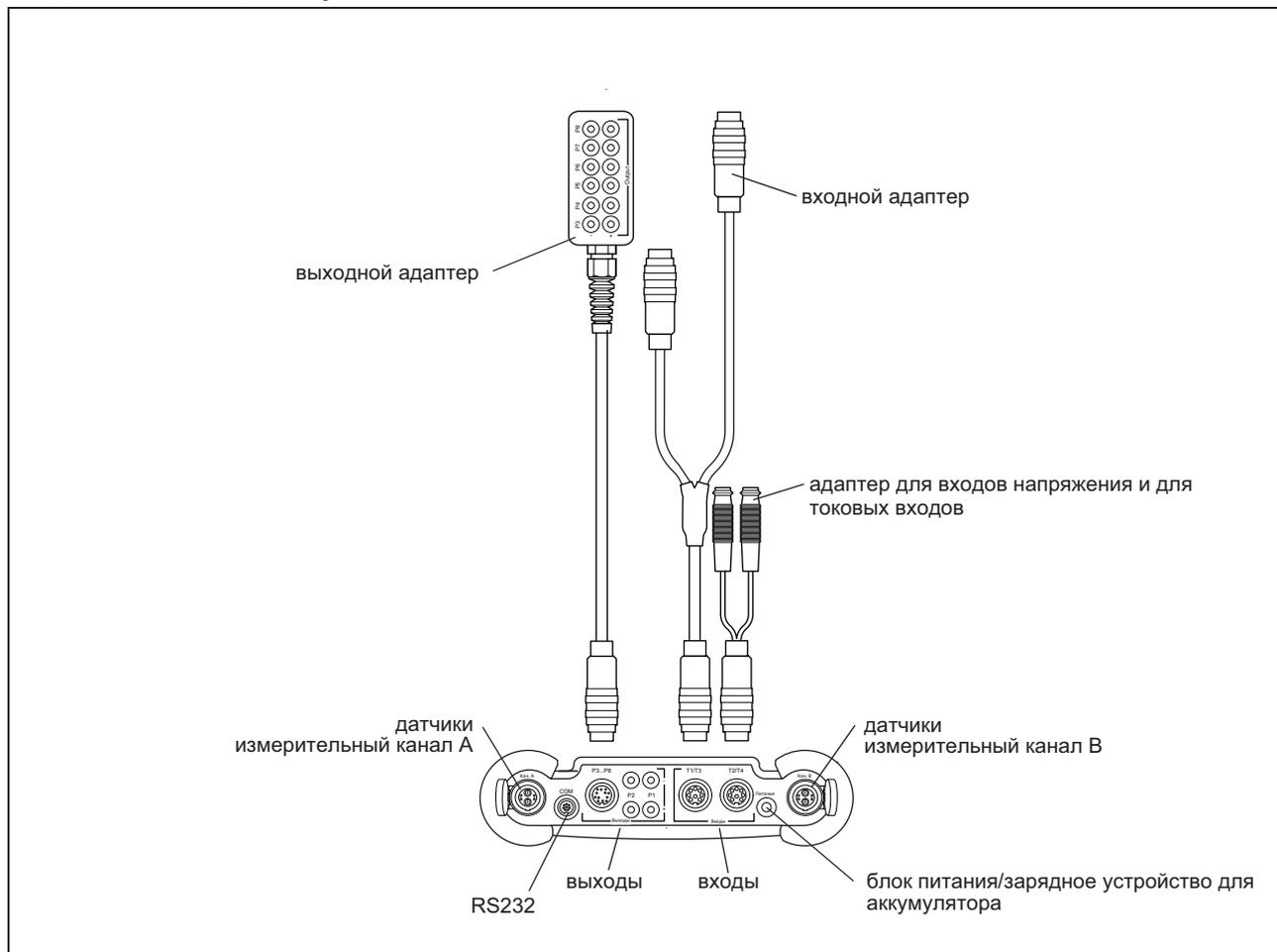


В ММ

## Стандартные комплекты поставки

	RG601 Стандарт	RG601 Мультифункциональный
применение	измерение всех видов расхода газов	сложные измерительные задачи, например, временная замена стационарно установленных расходомеров с измерением реальных измеряемых величин (например, давление, температура) для расчета стандартного объемного расхода и синхронным выводом результатов измерения
<b>входы/выходы</b>		
пассивный токовой выход	2	2
бинарный выход	2	2
частотный выход	-	1
температурный вход	-	1
пассивный токовой вход	-	2
вход напряжения	-	1
<b>принадлежности</b>		
транспортировочный чемодан	x	x
блок питания, кабель питания	x	x
аккумулятор	x	x
выходной адаптер	-	x
входной адаптер	-	2
адаптер для входов напряжения и для токовых входов	-	3
быстросъемное крепление для расходомера	x	x
комплект программного обеспечения	x	x
текстильный натяжной ремень для крепления датчиков	4	4
портативная шина	-	-
измерительная рулетка	x	x
изоляционные маты с инсталляционным комплектом	x	x
датчик толщины стенки	-	x
руководство пользователя	x	x
пластина для разъемов на верхней стороне расходомера		

## Подключение адаптеров



## Пример комплектации транспортировочного чемодана

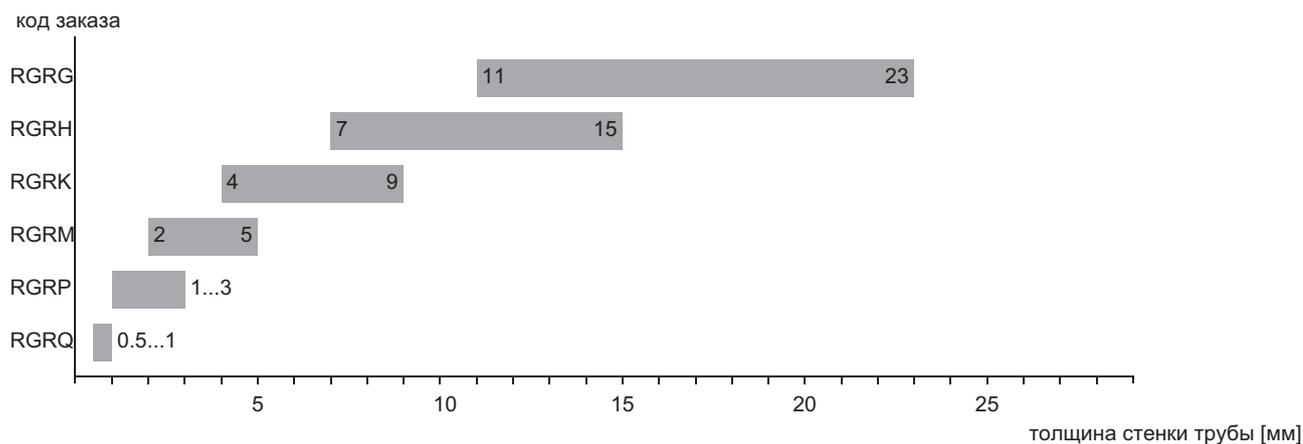


## Датчики

### Выбор датчиков

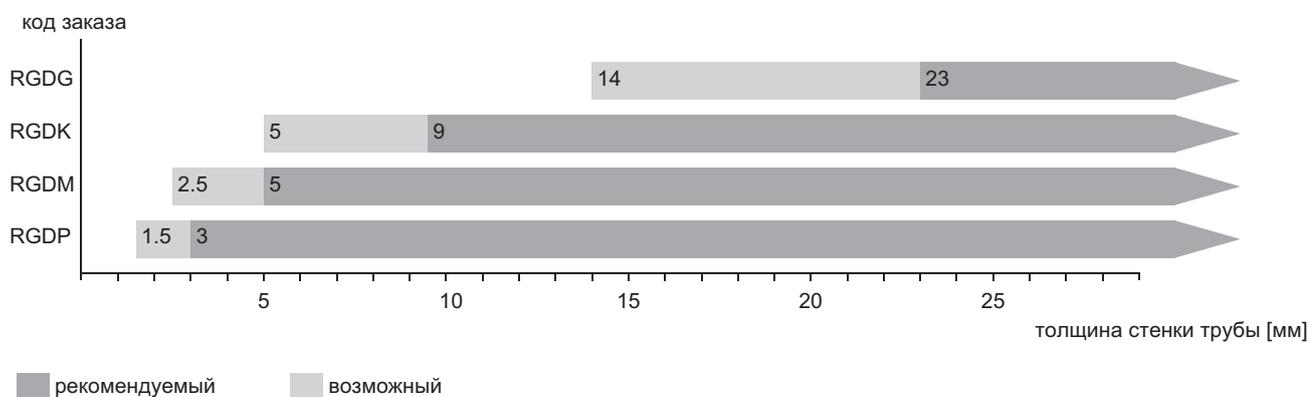
#### Шаг 1 а:

выбрать датчик волн Лэмба



#### Шаг 1 б:

Когда толщина стенки трубы не в диапазоне датчика волн Лэмба, выбрать датчик поперечных волн:



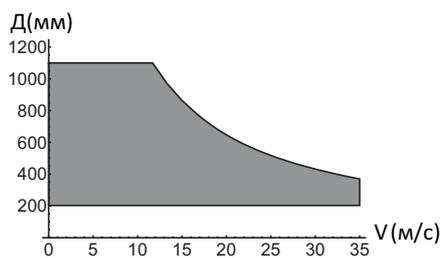
#### Шаг 2:

Внутренний диаметр труб  $d$  в зависимости от скорости потока  $v$  среды в трубе

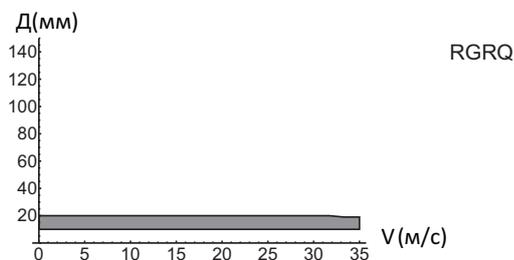
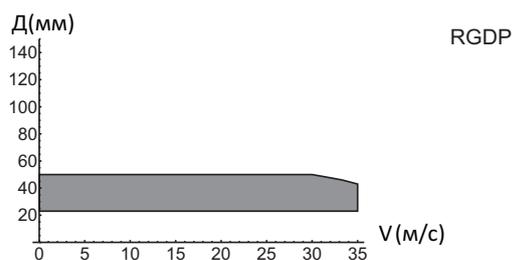
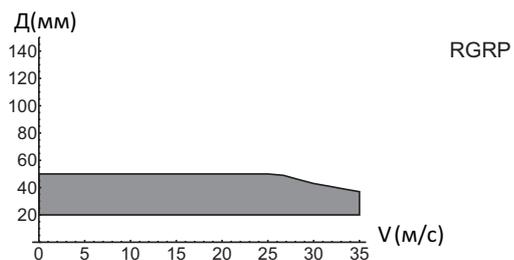
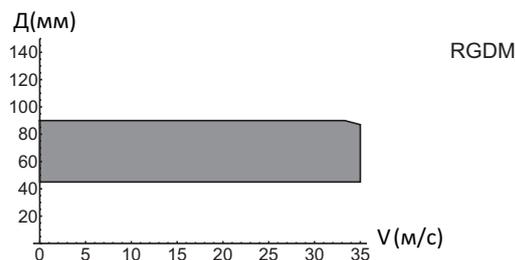
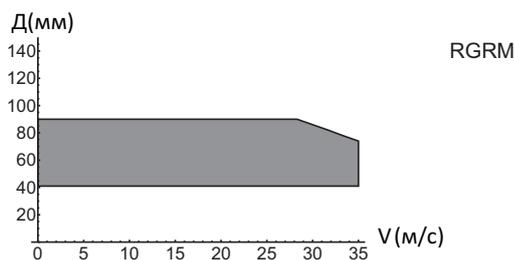
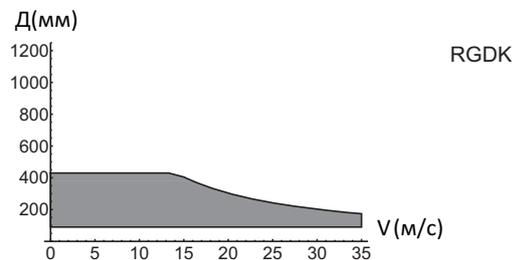
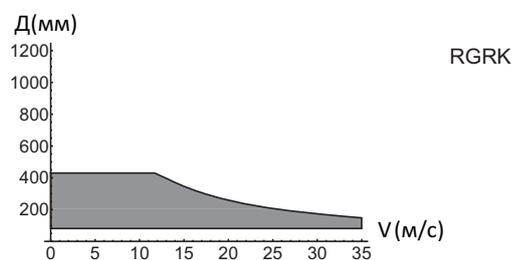
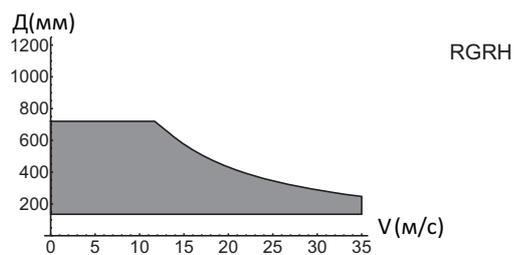
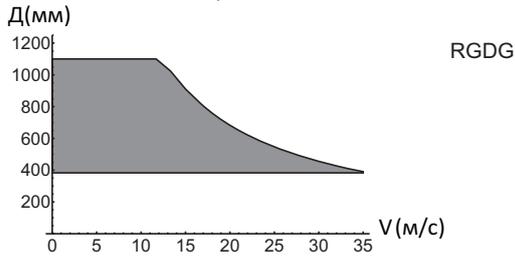
Выбор датчиков осуществляется по графику (смотри следующую страницу). Датчики волн Лэмба следует выбирать из левого столбика, датчики поперечных волн выбирать из правого столбика.

Датчики волн Лэмба: если значения  $d$  и  $v$  лежат за пределами диапазона, возможно измерение в диагональном режиме с одним путем прохождения, т.е. возможно использование тех же графиков при удвоении величины внутреннего диаметра трубы. Если указанные значения по-прежнему находятся за пределами диапазона, следует выбрать датчики поперечных волн в шаге 1б с соблюдением толщины стенки трубы.

датчики волн Лэмба<sup>1</sup>



датчики поперечных волн<sup>1</sup>



<sup>1</sup> внутренний диаметр трубы и макс. скорость потока для стандартных условий применения с природным газом, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> при измерении в режиме отражения с 2 путями прохождения (датчики волн Лэмба)/1 путем прохождения (датчики поперечных волн)

**Шаг 3:**

мин. давление среды

датчики волн Лэмба			
код заказа	давление среды [бар]		
	металлическая труба		пластмассовая труба
	мин.	мин. расширенный	мин.
RGRG	15	10	1
RGRH	15	10	1
RGRK			1
RGRM		-	-
RGRP		-	-
RGRQ		-	-

d - внутренний диаметр трубы

датчики поперечных волн			
код заказа	давление среды [бар]		
	металлическая труба		пластмассовая труба
	мин.	мин. расширенный	мин.
RGDG	30	20	1
RGDK	30	20	1
RGDM	30	20	1
RGDP	30	20	1

**Примеры**

шаг						
1	толщина стенки трубы выбранный датчик		12 RGRG или RGRH	12 RGRG или RGRH	12 RGRG или RGRH	30 RGD
2	внутренний диаметр трубы макс. скорость потока выбранный датчик		800 15 RGRG	600 15 RGRG или RGRH	800 30 значения лежат за пределами диапазона графиков, возможно измерение в диагональном режиме с одним путем прохождения, т.е. удвоение величины внутреннего диаметра трубы: RGRG	300 15 RGDK
3	мин. давление среды выбранный датчик		17 RGRG	17 RGRG или RGRH воздействие звуковых помех снижается при повышении частоты датчика, поэтому рекомендуется: RGRH	17 RGRG	35 RGDK

**Шаг 4:**

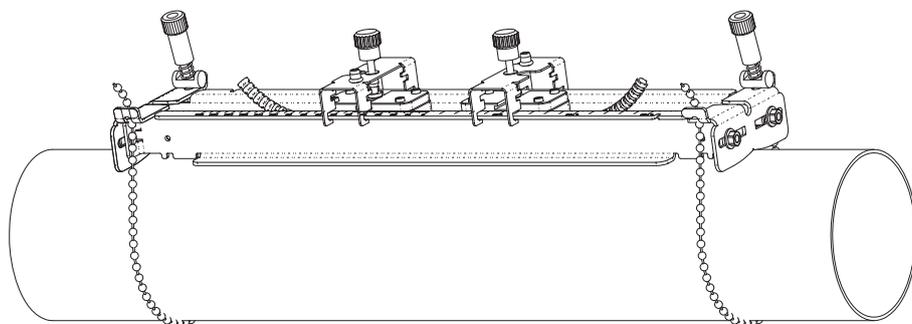
значение знаков 4...11 кода заказа датчика (температура, защита от взрыва, система подключения, удлинительный кабель) смотри на странице 14

### Ключ кода заказа

1, 2	3	4	5, 6	7, 8	9...11	№ знака	описание	
датчик	частота датчика	-	температура	защита от взрыва	система подключения	-	удлинительный кабель	
RGR							комплект ультразвуковых датчиков измерения расхода для газов, волны Лэмба	
RGD							комплект ультразвуковых датчиков измерения расхода для газов, поперечные волны	
	G						0.2 МГц	
	H						0.3 МГц (только волны Лэмба)	
	K						0.5 МГц	
	M						1 МГц	
	P						2 МГц (только волны Лэмба)	
	Q						4 МГц (только волны Лэмба)	
		N					стандартный диапазон температур	
		E					расширенный диапазон температур (датчик поперечных волн с частотой датчика M, P, Q)	
			NN				без защиты от взрыва	
			R2				зона 2 по ГОСТ Р	
			R1				зона 1 по ГОСТ Р	
				NL			с разъемом Lemo	
					XXX		длина кабеля в м, по макс. длине удлинительного кабеля смотри на странице 23	
пример								
GL	K	-	N	NN	NL	-	000	датчик волн Лэмба 0.5 МГц, стандартный диапазон температур, система подключения NL с разъемом Lemo
		-				-		

## Крепления датчиков

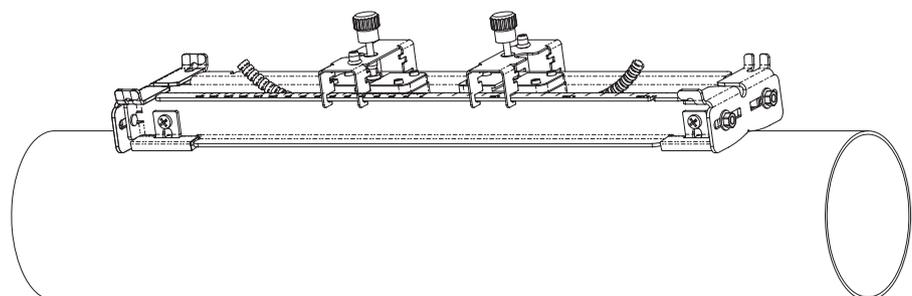
### Портативная шина и цепи



материал: легированная сталь

размеры: 414 x 84 x 50 мм  
длина цепи: 2 м

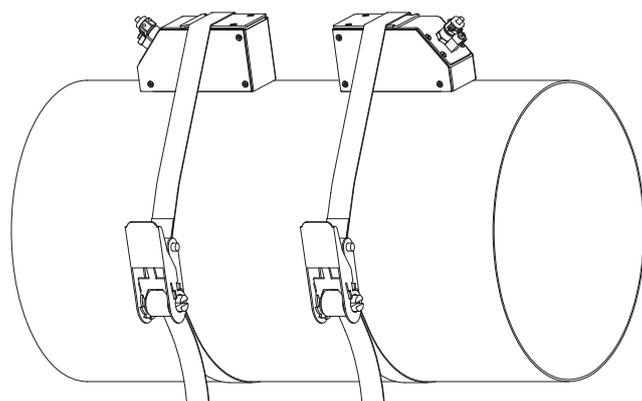
### Портативная шина и магниты (опция)



материал: легированная сталь

размеры: 414 x 84 x 45 мм

### Натяжные ремни



материал: сталь, с порошковым покрытием и текстильный натяжной ремень  
длина: 5/7 м  
температура: макс. 60 °C  
внешний диаметр трубы: макс. 1500/2000 мм

### Контактные средства для датчиков

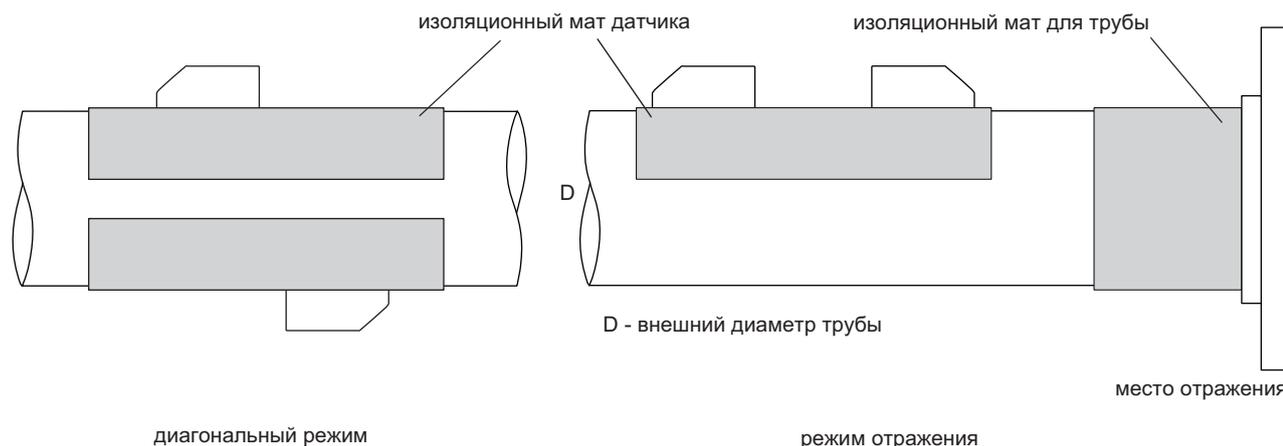
	стандартный диапазон температур (5-й знак кода заказа датчика = N)		расширенный диапазон температур (5-й знак кода заказа датчика = E)	
	< 100 °C	100...170 °C	< 150 °C	150...200 °C
< 2 ч	контактная паста тип N	контактная паста тип E	контактная паста тип E	контактная паста тип E или H
< 24 ч	контактная паста тип N	контактная паста тип E	контактная паста тип E	контактная витоновая прокладка

## Изоляционные маты (опция)

Изоляционные маты используются при измерении расхода газа для снижения уровня звуковых помех.

**Изоляционные маты для датчика** устанавливаются под датчиками.

**Изоляционные маты для трубы** устанавливаются в местах отражения, например, фланец, сварной шов.



## Выбор изоляционных матов

тип	описание	внешний диаметр трубы мм	размеры д х ш х в мм	частота датчика (3-й знак кода заказа датчика)					техни- ческий тип	темпера- тура °C	примечание
				G	H	K	M	P			
<b>изоляция датчика</b>											
D	для временной установки (многократного использования), крепление с помощью контактной пасты	< 80	450 x 115 x 0.5	-	-	-	x	x	D20S3	-25...+60	
		≥ 80	900 x 230 x 0.5	-	-	x	x	-	D20S2		
			900 x 230 x 1.3	x	x	-	-	-	D50S2		
<b>изоляция для трубы</b>											
A	для временной установки (многократного использования), крепление с помощью контактной пасты	< 300	300 x 100 x 0.5	x	x	x	x	x	A20S4	-25...+60	для количества смотри таблицу ниже
B	самоклеющихся	≥ 300	д x 100 x 0.9	x	x	x	x	x	B35R2	-35...+50	д- смотри таблицу ниже

## Количество изоляционного мата для трубы тип А

(в зависимости от внешнего диаметра трубы)

внешний диаметр трубы D мм	частота датчика	
	G, H	K, M, P
100	13	7
200	26	13
300	38	19

## Длина изоляционного мата для трубы тип В

(длина в зависимости от частоты датчика и внешнего диаметра трубы)

внешний диаметр трубы D мм	частота датчика	
	G, H м	K, M, P м
300	12	6
500	32	16
1000	126	63

## Системы подключения

система подключения		G, H, K			M, P			Q			S		
частота датчика (3-й знак кода заказа датчика)													
длина кабеля	м	x 2	y 3	l ≤ 100	x 2	y 2	l ≤ 100	x 2	y 1	l ≤ 50	x 1	y 1	l ≤ 20

x, y - длина кабеля датчика

l - макс. длина удлинительного кабеля

## Кабели датчика

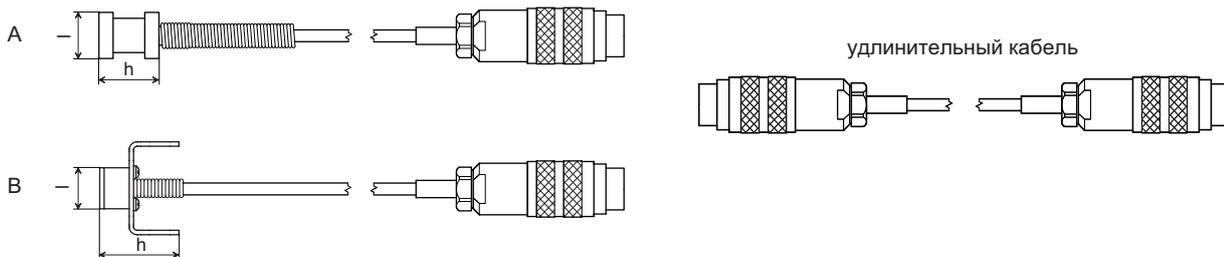
### Технические данные

		кабель датчика		удлинительный кабель
номенклатурный номер		1699	6111	2551
стандартная длина	м	смотри таблицу выше	смотри таблицу выше	5 10
макс. длина	м	-	-	смотри таблицу выше
температура	°C	-55...+200	-100...+225	< 115
<b>оболочка</b>				
материал		легированная сталь 304 (1.4301)	легированная сталь 304 (1.4301)	-
внешний диаметр	мм	8	8	-
<b>оплетка кабеля</b>				
материал		PTFE	PFA	TPE-O
внешний диаметр	мм	2.9	2.7	8
толщина	мм	0.3	0.5	
цвет		коричневый	белый	черный
экран		x	x	x

## Датчик температуры (опция)

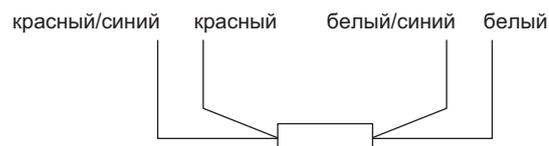
### Технические данные

код заказа		ДТ1	ДТ2	ДТ3	ДТ4
тип		Pt100	Pt100 соглас. по ГОСТ Р ЕН 1434-1	Pt100	Pt100 соглас. по ГОСТ Р ЕН 1434-1
исполнение		4 провода		4 провода	
диапазон измерения	°C	-30...+250		-50...+250	
отклонение от измеряемого значения T		$\pm(0.15 \text{ °C} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot T)$ , класс A		$\pm(0.15 \text{ °C} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot T)$ , класс A	
отклонение от измеряемого значения $\Delta T$		-	$\leq 0.1 \text{ K}$ ( $3\text{K} < \Delta T < 6 \text{ K}$ )	-	$\leq 0.1 \text{ K}$ ( $3\text{K} < \Delta T < 6 \text{ K}$ )
время отклика	с	50		8	
корпус		алюминий		РЕЕК, легированная сталь 304 (1.4301), Cu	
степень защиты по ГОСТ 14254-96		IP 66		IP 66	
масса (без разъема)	кг	0.25	0.5	0.32	0.64
крепление		накладной		накладной	
принадлежности		-		пластмассовая предохранительная пластина изоляционный пенный материал	
<b>размеры</b>					
длина l	мм	15		14	
ширина b	мм	15		30	
высота h	мм	20		27	
размерный чертеж		А		В	



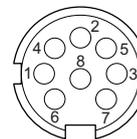
## Подключение

### Датчик температуры



### Разъем

штырек	кабель датчика температуры	удлинительный кабель
1	белый/синий	синий
2	красный/синий	серый
3, 4, 5	не подключен	
6	красный	красный
7	белый	белый
8	не подключен	



### Кабели

		кабель датчика температуры	удлинительный кабель
тип		4 x 0.25 mm <sup>2</sup> черный или белый	LIYCY 8 x 0.14 mm <sup>2</sup> серый
стандартная длина	м	3	5/10/25
макс. длина	м	-	200
оплетка кабеля		PTFE	PVC

## Датчик толщины стенки (опция)

Толщина стенки трубы - важный параметр, точное определение которого является обязательным условием точности результатов измерения. Однако часто толщина стенки неизвестна.

Датчик толщины стенки подключается к расходомеру вместо датчиков расхода. После этого автоматически активируется режим измерения толщины стенки.

Датчик толщины стенки крепится к стенке трубы с помощью контактной пасты. Значение толщины стенки отображается на индикации расходомера и может быть сразу внесено в набор параметров трубы.

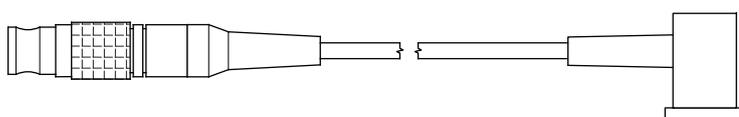


Измерение толщины стенки

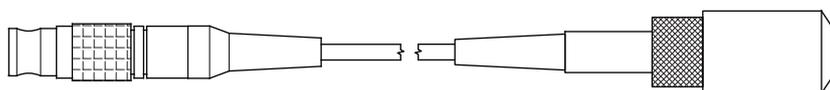
## Технические данные

технический тип		DWQ1xZ7	DWP1EZ7
		защищен от включения с неправильной полярностью	
диапазон измерения <sup>1</sup>	мм	1...200	
разрешение	мм	0.01	
линейность	мм	0.1	
рабочая температура	°C	-20...+60	-20...+200, кратковременно макс. 540
длина кабеля	м	1.5	1.2

<sup>1</sup> Диапазон измерения зависит от уровня затухания ультразвукового сигнала в трубе. Для пластиковых труб с высоким уровнем затухания (например PFA, PTFE, PP) диапазон измерения меньше.



DWQ1xZ7



DWP1EZ7

ООО "Технологии ПИР"  
г. Москва  
Кутузовский проспект, д. 12, стр. 6  
Телефон/ факс : +7 (495) 280-80-24  
E-mail: [info@pirtech.ru](mailto:info@pirtech.ru)  
[www.pirtech.ru](http://www.pirtech.ru)