

## Технические характеристики и возможности

### Применение

Расходомер Sentinel – это полностью укомплектованная ультразвуковая система измерения расхода природного газа, предназначенная для применения:

- В узлах коммерческого учета
- При транспортировке и распределении газа
- При подземном хранении газа
- При составлении балансов газопроводов
- В энергосистемах
- При переработке газа
- При добыче газа

# Sentinel™

Ультразвуковой расходомер для  
узлов коммерческого учета  
природного газа компании  
Panametrics

Sentinel выпускается компанией Panametrics, которая присоединилась к другим высокотехнологичным предприятиям GE под новым именем – GE Industrial, Sensing



### Достоинства

- Сертифицирован Нидерландским институтом метрологии (NMI)
- Соответствует требованиям AGA Report #9
- Относительная погрешность 0,1%
- Защищен от возмущений потока выше по течению места установки расходомера
- Широкий диапазон измерения 40:1 или лучше



### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-2-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

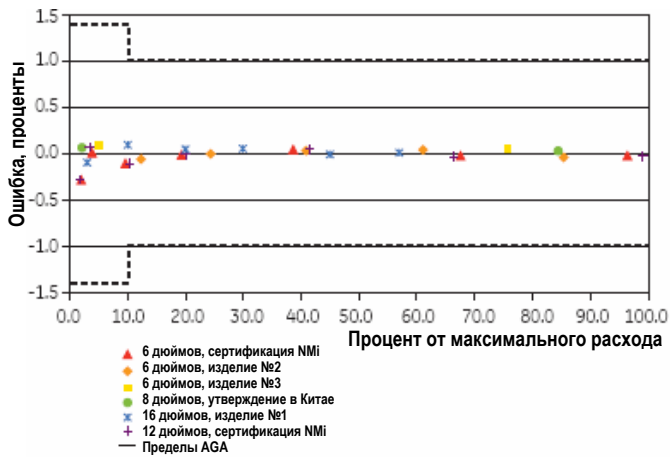
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

# GE Sensing

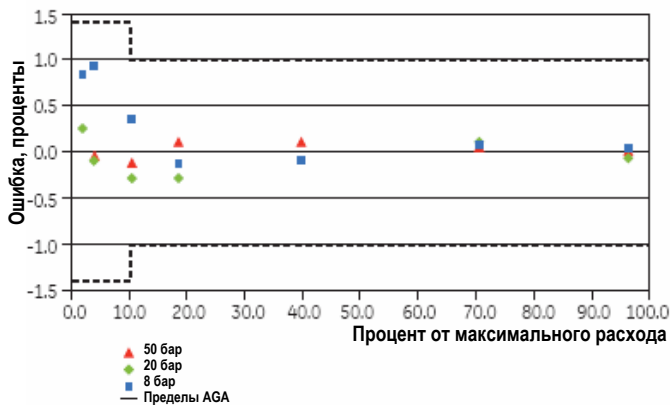
## Высокая точность – возможность применения в узлах коммерческого учета

Ультразвуковой расходомер Sentinel разработан с учетом требований к высокой точности измерений в соответствии с AGA9 для узлов коммерческого учета природного газа и утвержден NMI.

Измерительная ячейка расходомера Sentinel включает в себя участок трубы из углеродистой стали с фланцами на концах, соответствующим требованиям давления конкретной установки, и две пары предварительно установленных ультразвуковых преобразователей. Систему собирают и тестируют на заводе-изготовителе для обеспечения полного соответствия стандартам контроля качества.



Графики работоспособности Sentinel при различных размерах измерительной ячейки



Графики работоспособности Sentinel при одной и той же измерительной ячейке и при различных давлениях

## Новейшая технология изготовления ультразвуковых преобразователей – высокая мощность для высокой скорости потока

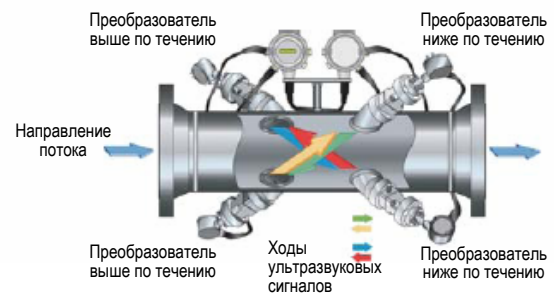
Сердце ультразвуковых измерений – преобразователь. Ультразвуковой преобразователь T11 системы Sentinel разработан специально для применения при измерении расхода природного газа. Эти преобразователи обеспечивают высокую мощность передачи через газ, гарантируя оптимальную работоспособность при высоких скоростях вплоть до 50 м/с. Прочная сварная металлическая конструкция обеспечивает стойкость к коррозии и периодическим изменениям давления. Частота преобразователей соответствует размеру трубы, заказанной системы. Кроме того, держатели преобразователей системы Sentinel имеют уникальную акустическую изоляцию, которая обеспечивает оптимальную работоспособность даже в условиях сильного шума, например, при измерении расхода влажного природного газа.



Ультразвуковой преобразователь T11 системы Sentinel

## Корреляционная времяимпульсная технология измерений расхода

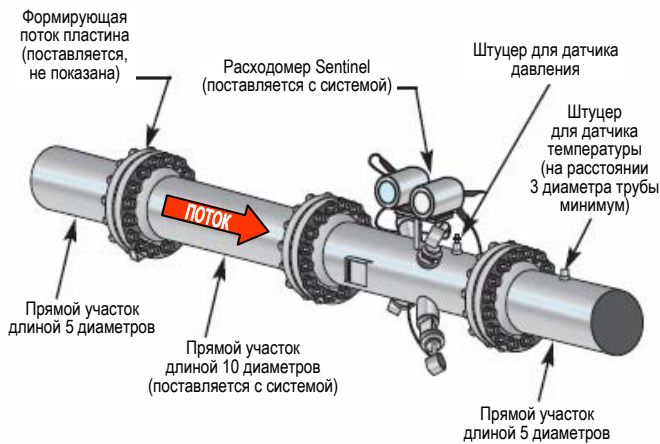
Ультразвуковые преобразователи установлены в измерительную ячейку. Преобразователи посылают и принимают ультразвуковые импульсы, проходящие через среду. Прибор измеряет разность времен прохождения сигналов по потоку и против него и, используя различные способы цифровой обработки сигналов, определяет скорость и объемный расход.



Времяимпульсная технология измерения расхода

## Конфигурация системы

Система измерения расхода Sentinel состоит из ультразвукового расходомера, формирователя потока и труб, расположенных выше/ниже по течению потока. Эта конфигурация устраняет влияние погрешностей, связанных с установкой (нарушение профиля потока клапанами, коленами и другими элементами трубопроводной системы), на общую точность измерения прибором. Такое решение обеспечивает получение простой и рациональной по цене измерительной системы, не подвергая пользователя дополнительному риску неточных измерений. При этом пользователи могут быть уверены в точности измерений, так как профиль потока – основной источник погрешности при не полностью развитом и регулярном профиле потока,



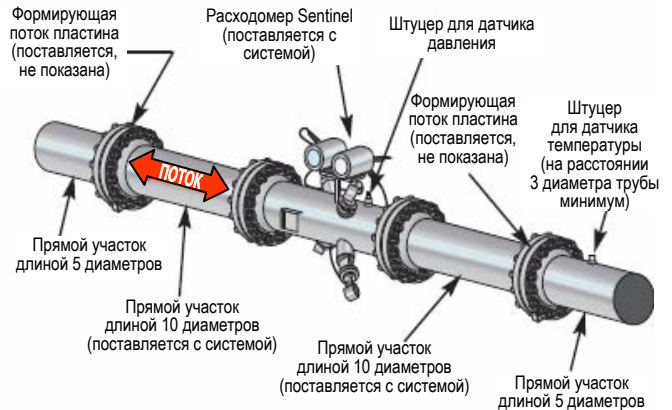
Установка Sentinel для однонаправленного потока

удален из общего уравнения в ультразвуковой системе измерения расхода.

Конфигурация ходов ультразвуковых лучей системы Sentinel построена таким образом, что минимальное количество лучей зондирует максимальное сечение трубы, обеспечивая, таким образом, стабильность и очень высокую надежность измерений. Кроме того, отсутствие отраженных или множества отраженных ходов лучей, приводящих к искажению сигналов от различных отложений на стенках трубы и неблагоприятному влиянию за счет ультразвукового шума (часто от труб и клапанов, находящихся выше по течению) и высокой скорости потока. Отдельный прямой ход обеспечивает надежное измерение и обеспечивает долговременную стабильность характеристик прибора.

Система измерения расхода Sentinel функционирует с уровнем отклика выше 5 Гц (зависит от размера трубы), используя совершенную многомодовую технологию обработки сигналов, которая обеспечивает точную

и надежную работу прибора в широком диапазоне измерений. Эта высокая скорость квантования гарантирует высокую точность измерения системы в изменяющихся и пульсирующих режимах течения.



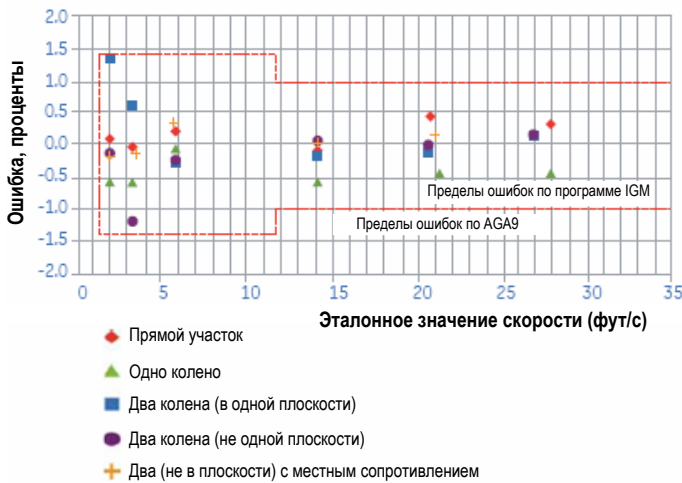
Установка Sentinel для двунаправленного потока

## Система формирования потока

Система Sentinel включает в себя пластину формирования профиля потока и прямые участки трубы длиной 10 диаметров выше по течению и 5 диаметров ниже по течению места от измерительной ячейки. Система требует, чтобы заказчик обеспечил прямые участки трубы минимум 5 диаметров выше и ниже по течению от места установки. При двунаправленном потоке система Sentinel включает в себя дополнительную пластину формирования профиля потока и прямой участок трубы длиной 10 диаметров ниже по течению места установки. При этом также требуется, чтобы заказчик обеспечил прямые участки трубы 5 диаметров выше и ниже по течению от места установки.



# GE Sensing



Зависимость ошибки от скорости, измерительная ячейка IGM 10 дюймов (25 см) с CPA-50E®, 3,5 D выше по течению / 10 D ниже по течению.

## Возможность применения для воздуха/природного газа при атмосферном давлении

Несмотря на то, что система Sentinel предназначена для работы на газопроводах природного газа под давлением, она показала возможность применения для воздуха при атмосферном давлении. Эта возможно благодаря применению новейших ультразвуковых преобразователей системы Sentinel и использованию современных методов обработки сигналов. При этом нет ограничений минимального давления для правильной работы измерительной системы. Кроме того, изменение давления фактически не оказывают влияния на результаты измерения.

Эксплуатационные характеристики могут быть проверены в полевых условиях во время запуска при атмосферном давлении для оценки готовности системы. Таким образом, заказчики получают высокий уровень удобства при установке и настройке прибора перед тем, как использовать его в линии с природным газом, находящимся под давлением.

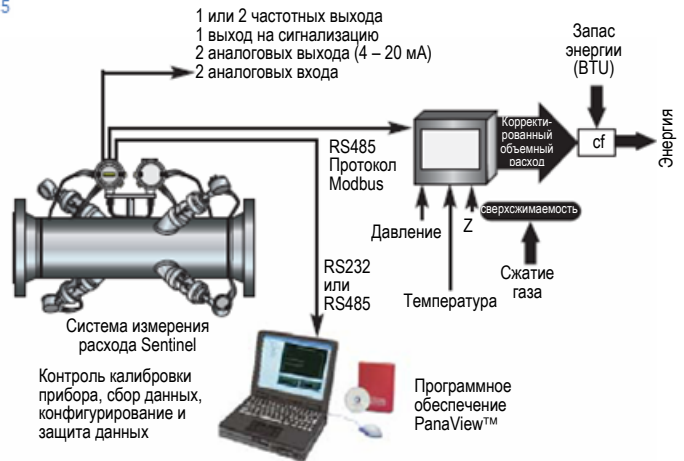
## Возможность удаления ультразвуковых преобразователей без сброса давления

Расходомер Sentinel доступен с дополнительными запорными клапанами для каждого места установки ультразвуковых преобразователей. Это позволяет удалять преобразователи без сброса давления в трубопроводе. Для безопасного и простого удаления и установки ультразвукового преобразователя требуется только один гидравлический механизм вставки.



## Удобство установки

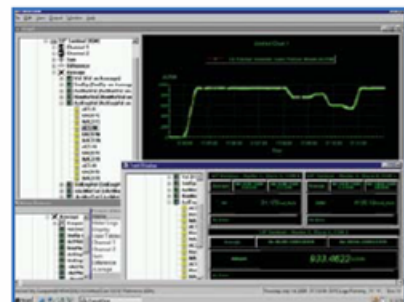
Все системная установочная информация предварительно внесена в программу расходомера Sentinel. Система готова к использованию сразу же после того, как измерительная ячейка прибора смонтирована и подведено питание, а также требуемые линии связи. При этом нет необходимости в дополнительной настройке или изменения конфигурации системы.



Типовая конфигурация. Программное обеспечение PanaView обеспечивает интерфейс связи между системой Sentinel и PC.

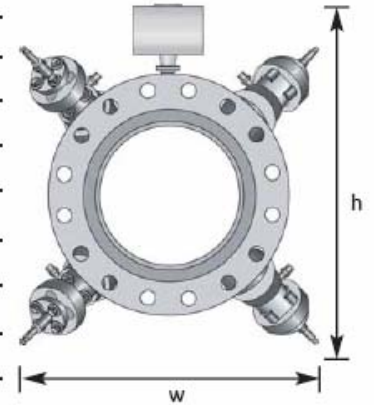
## Программное обеспечение PanaView™

Программа PanaView обеспечивает связь между PC и системой Sentinel, либо другими приборами компании GE Sensing. Это программное обеспечение контролирует расходомер Sentinel для обеспечения защиты данных, полномасштабной проверки конфигурации прибора. Она также позволяет контролировать показания в реальном времени и отслеживать диагностические параметры.



# GE Sensing

Номинальный размер трубы (in – дюймы)	Масса фланцев ANSI B.16.5			Высота 'h' от торца до торца *		Ширина 'w'
	300 lb	600 lb	900 lb	in (mm)	in (mm)	in (mm)
4 (100)	236 lb (107 kg)	270 lb (122 kg)	304 lb (138 kg)	32 (813)	35 (889)	34 (864)
6 (152)	387 lb (176 kg)	473 lb (215 kg)	568 lb (258 kg)	45 (1143)	37 (940)	36 (914)
8 (203)	470 lb (213 kg)	593 lb (269 kg)	794 lb (360 kg)	48 (1219)	39 (991)	38 (965)
10 (254)	581 lb (264 kg)	832 lb (377 kg)	1048 lb (475 kg)	52 (1321)	42 (1067)	40 (1016)
12 (305)	731 lb (332 kg)	1014 lb (460 kg)	1401 lb (635 kg)	56 (1422)	44 (1118)	42 (1067)
14 (356)	905 lb (411 kg)	1331 lb (604 kg)	1881 lb (853 kg)	58 (1473)	46 (1168)	44 (1118)
16 (406)	1067 lb (484 kg)	1747 lb (792 kg)	2302 lb (1044 kg)	60 (1524)	48 (1219)	46 (1168)
18 (457)	1259 lb (571 kg)	2031 lb (921 kg)	3003 lb (1362 kg)	63 (1600)	50 (1270)	48 (1219)
20 (508)	1528 lb (693 kg)	2557 lb (1160 kg)	3765 lb (1708 kg)	67 (1702)	53 (1346)	50 (1270)
24 (610)	2255 lb (1023 kg)	3691 lb (1674 kg)	6386 lb (2897 kg)	74 (1880)	57 (1448)	54 (1372)



\* Дополнительный зазор необходим для механизма вставки

Номинальный размер трубы (in – дюймы)	Скорость (фут/с)		Действительный объемный расход (ACFM)	
	minimum	maximum	minimum	maximum
4 (100)	3.8	118	18	626
6 (152)	2.4	118	26	1420
8 (203)	2.4	118	46	2460
10 (254)	2.4	118	72	3877
12 (305)	1.5	89	64	4151
14 (356)	1.5	89	77	5017
16 (406)	1.5	89	101	6553
18 (457)	1.5	89	128	8295
20 (508)	1.5	89	158	10,307
24 (610)	1.5	89	228	14,908

Номинальный размер трубы (in – дюймы)	Скорость (м/с)		Действительный объемный расход (м³/час)	
	minimum	maximum	minimum	maximum
4 (100)	1.15	36	34	1064
6 (152)	0.72	36	44	2416
8 (203)	0.72	36	76	4183
10 (254)	0.72	36	120	6593
12 (305)	0.45	27	106	7019
14 (356)	0.45	27	128	8483
16 (406)	0.45	27	168	11,082
18 (457)	0.45	27	213	14,027
20 (508)	0.45	27	264	17,430
24 (610)	0.45	27	382	25,209

## Технические характеристики

### Системные характеристики

Прибор соответствует или превышает требования AGA Report #9.

#### Тип измеряемой среды

Природный газ (другие газы по требованию).

#### Размеры труб

От 4 до 24 дюймов (от 100 до 600 мм).

Другие размеры по требованию.

#### Материалы измерительной ячейки

Секция трубы из углеродистой стали (A106 Gr. B или A333 Gr. 6) с фланцами из углеродистой стали (A105 или A350 LF2) и соответствующими фитингами.

Стали A333 Gr. 6 и A350 LF2 для низкотемпературных применений, определить при заказе.

#### Максимальная погрешность (без дополнительной калибровки)

- $\pm 0,5\%$  в пределах от  $0,1 Q_{max}$  и  $Q_{max}$ .
- $\pm 1,0\%$  в пределах от  $0,1 Q_{min}$  и  $0,15 Q_{max}$ .

#### Повторяемость

- $\pm 0,08\%$  в пределах от  $0,1 Q_{max}$  и  $Q_{max}$ .
- $\pm 0,15\%$  в пределах от  $Q_{min}$  и  $0,15 Q_{max}$ .

#### Разрешение

0,001 м/с (0,003 фут/с).

#### Интервал опроса для скорости потока

0,2 секунды.

#### Максимальные границы погрешности

$\pm 0,2\%$  в пределах от  $0,15 Q_{max}$  и  $Q_{max}$ .

#### Показания при нулевом расходе

- $< 2,13$  мм/с (0,007 фут/с) для каждого акустического хода.
- $< 3,05$  мм/с (0,01 фут/с) объединенные для всех ходов.

Точность может быть увеличена путем калибровки по расходу на природном газе высокого давления.

### Эксплуатационные характеристики

- Относительная погрешность откалиброванного по расходу прибора составляет 0,1% по отношению к показаниям в лабораторных условиях.
- Погрешность измерений составляет 0,3%, включая погрешность лабораторной установки.

Указанные характеристики предполагают: наличие дополнительных прямых участков длиной 5 диаметров трубы до и после места установки измерительной ячейки, пластин формирования потока, поставляемых с системой Sentinel, и скорости потока более 1,5 м/с.

#### Для труб размером от 4 до 10 дюймов (от 15 до 25 см)

- Максимальная фактически измеряемая скорость:  $\pm 36$  м/с ( $\pm 118$  фут/с).
- Минимальная фактически измеряемая скорость:  $\pm 0,72$  м/с ( $\pm 2,4$  фут/с).
- Скорость переходного потока:  $\pm 3,6$  м/с ( $\pm 11,8$  фут/с).

#### Для труб размером от 12 до 24 дюймов (от 30 до 61 см)

- Максимальная фактически измеряемая скорость:  $\pm 27$  м/с ( $\pm 88,6$  фут/с).
- Минимальная фактически измеряемая скорость:  $\pm 0,45$  м/с ( $\pm 1,48$  фут/с).
- Скорость переходного потока:  $\pm 2,7$  м/с ( $\pm 8,86$  фут/с).

#### Максимальное рабочее давление газа при 80°C

	Фланцы ANSI		
	300 lb	600 lb	900 lb
MAOP psig (bar)	690 psig (47 bar)	1381 psig (95 bar)	2072 psig (143 bar)

(bar – бар; psig – фунт на квадратный дюйм, избыточное)

### Характеристики электроники

#### Режим измерения расхода

Корреляционный времяимпульсный.

#### Исполнение корпуса

US: алюминий с лакокрасочным покрытием, защищенное от атмосферных воздействий, тип 4, IP65 Class I, Division. 1, Groups B,C&D, FM и CSA.

Европа: FM и CSA (в стадии утверждения)

Ex II 2 GD EEx d IIC

#### Размеры

Корпус основного блока

Масса: 4,5 кг.

Размер (высота x диаметр): 208 x 168 мм.

## Технические характеристики

### Корпус блока питания

Масса: 11,3 кг.

Размер (длина x высота x диаметр): 381 x 254 x 203 мм.

### Дисплей

Жидкокристаллический дисплей 2 строки x 16 символов с подсветкой, конфигурируемый для отображения последовательно до 4-х измеряемых параметров.

### Питание

Стандартное: от 95 до 240 В переменного тока  $\pm 10\%$ , от 50 до 60 Гц  $\pm 2\%$ .

### Дополнительное питание

От 17 до 32 В постоянного тока  $\pm 10\%$ .

### Потребляемая мощность

20 Вт максимум.

### Рабочая температура

От  $-40$  до  $60^{\circ}\text{C}$ .

### Температура хранения

От  $-55$  до  $75^{\circ}\text{C}$ .

### Стандартные входы/выходы

- Два изолированных токовых выхода 0/4-20 мА, максимальная нагрузка 600 $\Omega$ .
- Один частотный (высокая частота) выход с оптической развязкой, от постоянного тока до 10 кГц максимум.
- Одно герметичное реле сигнализации типа Form C. Может быть использовано для индикации направления потока или неисправности.
- Два изолированных токовых выхода 4-20 мА с питанием 24 В по токовой петле датчиков давления и температуры.
- Два дополнительных высокочастотных выхода и два выхода на сигнализацию, или 1 высокочастотный выход и входы 4-20 мА.

### Цифровая связь

- Двухнаправленная RS232 или RS485 связь с программой PanaView.
- Цифровой выход RS485 Modbus<sup>®</sup>.

### Возможность аудита

- Защита данных паролем.
- Запись всех критических параметров в нестираемый файл.
- Защита аппаратуры суммирования (счетчиков).

### Соглашение CE

Система соответствует EMC директиве 73/23/EEC LVD (Installation Category II, Pollution Degree 2), PED Cat III, Module H.

## Врезные ультразвуковые преобразователи T11

### Рабочая температура

От  $-30$  до  $80^{\circ}\text{C}$ .


### Рабочее давление

- Для фланцев 300 lb ANSI: 51 бар максимально допустимое рабочее давление при температуре  $38^{\circ}\text{C}$ .
- Для фланцев 600 lb ANSI: 103 бара максимально допустимое рабочее давление при температуре  $38^{\circ}\text{C}$ .
- Для фланцев 900 lb ANSI: 153 бара максимально допустимое рабочее давление при температуре  $38^{\circ}\text{C}$ .
- Другие значения доступны по требованию.

### Материалы

- Ультразвуковой преобразователь: титан CP Gr.2 (B348/B381).
- Держатель преобразователя: нержавеющая сталь 316/316L (A276)C.

### Исполнение

- US: взрывозащищенное CSA C US Class I, Division 1, Groups B,C&D.
- Европа: пожаробезопасное  II 2 G EEx d II.
- PED 97/23/EC.

### Кабели для ультразвуковых преобразователей

Интегрированные кабели: герметизированный с минеральной изоляцией кабель (Северная Америка) или армированный кабель с сертифицированными ATEX кабельными сальниками.

### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-2-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93