

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС

Назначение средства измерений

Счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС (далее – счетчики) предназначены для измерений и вычислений объема и объемного расхода газа при рабочих и стандартных условиях, массового расхода различных неагрессивных и агрессивных газов, в том числе природного и нефтяного газов.

Описание средства измерений

Принцип действия счетчиков основан на методе измерения разности между временем прохождения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока газа. Измеренная разность времени, пропорциональная скорости потока, преобразуется в значение объемного расхода.

Конструктивно стандартная модификация счетчика состоит из:

- корпуса счетчика, с установленными в нем ультразвуковыми приемопередатчиками. В зависимости от модели, в счетчике может быть установлено до восьми пар ультразвуковых приемопередатчиков, которые передают сигнал без его отражения от внутренней стенки корпуса счетчика. Пары приемопередатчиков располагаются в одной плоскости параллельно друг другу или в двух пересекающихся плоскостях.

- блока обработки сигналов (БОС), который закреплен с наружной стороны корпуса. В состав блока обработки сигналов входит процессорная плата, отвечающая за возбуждение и обработку сигналов, поступающих от приёмопередатчиков, интерфейсный блок, отвечающий за входные/выходные сигналы и жидкокристаллический дисплей с клавиатурой. Дисплей оснащен оптическим последовательным интерфейсом.

Корпус блока обработки сигналов разделен на отсеки, что позволяет вынести процессорную плату в отдельный от интерфейсного блока отсек.

Счетчик сконструирован для двунаправленного измерения потока и имеет настраиваемый параметр «Отсечка нулевого потока», который по умолчанию составляет $0,25Q_{min}$. Он может быть смонтирован как на горизонтальных, так и на вертикальных трубопроводах.

Модификации счетчика:

КТМ700 РУС – стандартный счетчик с 4-мя парами ультразвуковых приемопередатчиков и одним блоком обработки сигналов.



Рисунок 1 – Внешний вид счетчика КТМ700 РУС 4-лучевой

Модификация КТМ700 РУС Квадро – в один стандартный корпус встроено два идентичных, независимых счетчика, каждый из которых оснащен четырьмя парами приемопередатчиков и блоком обработки сигналов. Данная система позволяет осуществлять полное дублирование результатов измерений одним прибором.



Рисунок 2 – Внешний вид счетчика КТМ700 РУС Квадро

Модификация КТМ700 РУС Дуо – в один стандартный корпус встроено два независимых счетчика, один из которых оснащен четырьмя парами приемопередатчиков и блоком обработки сигналов – измерительный счетчик, другой – одной парой приемопередатчиков и блоком обработки сигналов – контрольный счетчик. Данная система позволяет осуществлять контроль состояния измеряемой среды для дополнительного контроля показаний измерительного счетчика (Контроль Метрологических Характеристик (далее – КМХ)).



Рисунок 3 – Внешний вид счетчика КТМ700 РУС Дуо

Модификация КТМ700 РУС Про – счетчик с восьмью парами ультразвуковых преобразователей, расположенных в двух плоскостях, и одним электронным блоком. Данная система позволяет снизить требования к длине входного участка измерительного трубопровода.



Рисунок 4 – Внешний вид счетчика КТМ700 РУС Про

В счетчике реализована технология резервного энергообеспечения – в блоке обработки сигналов расположена резервная батарея, которая позволяет продолжать измерение при отсутствии внешнего питания. Время работы от резервной батареи составляет от 6 до 90 дней в зависимости от конфигурации счетчика. Метрологически значимые параметры и значения объемов хранятся в нестираемой памяти.

Счетчик присоединяется к трубопроводу с помощью фланцев, выполненных по стандартам ANSI, DIN, ГОСТ или специального исполнения (в зависимости от заказа). Требования к входным/выходным участкам измерительного трубопровода в зависимости от модификации счетчика представлены в Таблице 1.

Дополнительно счетчик может быть оборудован встроенным датчиком давления и температуры, расположенным в корпусе прибора и используемый для автоматической коррекции изменения геометрии корпуса прибора и чисел Рейнольдса. При отсутствии данного датчика значения давления и температуры могут вноситься в прибор условно-постоянными величинами или через подключенные внешние датчики давления и температуры.

Таблица 1 – Требования к входным/выходным участкам измерительного трубопровода в зависимости от модификации счетчика.

Модификация счетчика	Требования к входным/выходным участкам
КТМ700 РУС 4-лучевой, КТМ700 РУС Квадро, КТМ700 РУС Дуо	Входной участок 10DN* или 3DN+5DN при применении формирователя потока. Выходной участок 3DN
КТМ700 РУС Про	Входной участок 5DN** или 2DN+3DN при применении формирователя потока. Выходной участок 3DN
<p>Примечание:</p> <p>* - При отсутствии на расстоянии менее 25DN перед счетчиком газа местных сопротивлений, создающих закрутку и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока (последовательно размещенные в разных плоскостях два колена и более, регуляторы давления, запорная арматура неполнопроходного типа, совмещенные местные сопротивления неопределенного типа). В противном случае необходимо учитывать входной участок длиной не менее 15 DN.</p> <p>** - При отсутствии на расстоянии менее 25DN перед счетчиком газа местных сопротивлений, создающих закрутку и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока (последовательно размещенные в разных плоскостях два колена и более, регуляторы давления, запорная арматура неполнопроходного типа, совмещенные местные сопротивления неопределенного типа). В противном случае необходимо учитывать входной участок длиной не менее 8 DN.</p>	

Блок обработки сигналов может быть оснащен встроенным вычислителем расхода. Модификация счетчика со встроенным вычислителем расхода дополнительно обеспечивает вычисление объемного расхода и объема газа при стандартных условиях, массового расхода. Вычисление теплофизических свойств газовых смесей различного состава, осуществляется по специальным методикам, утвержденным и аттестованным в установленном порядке. Стандартно реализованы следующие методики вычисления теплофизических свойств газов:

- для природного газа, согласно ГОСТ 30319.2-2015 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода»;
- для сухих и влажных многокомпонентных газовых смесей переменных составов, характерных для нефтяного газа, в газовой фазе и во флюидной области согласно методике ГСССД МР 113-03 «Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500 К при давлениях до 15 МПа».

Счетчик также обеспечивает:

- формирование и хранение энергонезависимых архивов событий, измеренных и вычисленных значений (состав и глубина архивов гибко настраиваемые);
- сигнализацию отказов и превышения установленных пределов измерений подключенных внешних датчиков;
- передачу информации по имеющимся интерфейсам связи, в том числе с выводом на принтер;
- периодическое введение и регистрацию значений условно-постоянных величин;
- защиту от несанкционированного доступа к параметризации и архивам.

Все изменения конфигурируемых параметров или архивов автоматически протоколируются.

Дополнительно со счетчиком поставляется конфигурационное программное обеспечение УЗПР - Контроль, предназначенное для конфигурирования, параметризации и диагностики счетчика. Оно содержит процедурные модули, предназначенные для проведения проверки технического состояния счетчика и его поверки.

Набор программ УЗПР - Контроль защищен многоуровневой системой защиты, которая предоставляет доступ только уполномоченным пользователям и одновременно определяет, какие из данных может вводить или изменять пользователь. При изменении конфигурации счетчика, настройки системы защиты, в том числе уровней доступа пользователей, задают вход по паролю через пользовательские интерфейсы.

Конфигурационное программное обеспечение обладает функцией интеллектуальной диагностики, с помощью которой можно автоматически оценивать состояние системы и выдавать рекомендации по предотвращению негативных ситуаций и их последствий.

В счетчике предусмотрена автоматическая самодиагностика и проверка нулевых и контрольных значений измеряемых величин. Предусмотрена возможность осуществлять замену пары приемопередатчиков и блоков электроники без дополнительной поверки.

В счетчике реализована возможность компенсации сбоя луча на основании постоянно обновляемых значений параметров по каждому из лучей и отношений между ними. Компенсация, сбой луча возможна при выходе из строя одного луча 4-х лучевой системы или двух лучей 8-ми лучевой системы (если они расположены в разных измерительных плоскостях). При этом активируется предупреждение пользователя. При выходе из строя 2-х или более лучей, расположенных в одной плоскости счетчик, переходит в состояние ошибки.

Каждая «измерительная плоскость» (состоящая из 4-х измерительных лучей) дополнительно производит измерение по диагностическому центральному лучу (индикация по перекрестным лучам, Рисунок 5). Дополнительно полученные данные измерений используются для автоматического КМХ и для работы интеллектуального помощника.

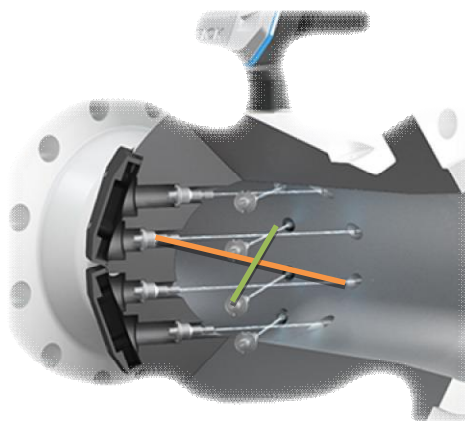


Рисунок 5 – Диагностические центральные лучи (перекрестные лучи) КТМ700 РУС Про

Программное обеспечение

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
Идентификационное наименование ПО	КТМ700 РУС (Firmware)				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.02.00	1.04.00	1.04.01	1.04.02	1.04.03
Цифровой идентификатор ПО*	0xD28F	0x150B	0xDA12	0xA1A9	0x05B4
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC-16				
Примечания					
* Цифровой идентификатор (контрольная сумма) зависит от версии ПО и особенности конкретной модификации счетчика.					

Уровень защиты ПО в соответствии с Р 50.2.077-2014 – высокий.

Информация о версии программного обеспечения и контрольной сумме доступна через дисплей или конфигурационное программное обеспечение УЗПР - Контроль. Защита программного обеспечения от преднамеренных или непреднамеренных вмешательств осуществляется при помощи переключателя защиты параметров от записи, многоуровневой системой защиты и пломбированием счетчика при необходимости. Возможные места пломб и наклеек в целях предотвращения доступа к узлам регулировки, представлены на рисунке 6.

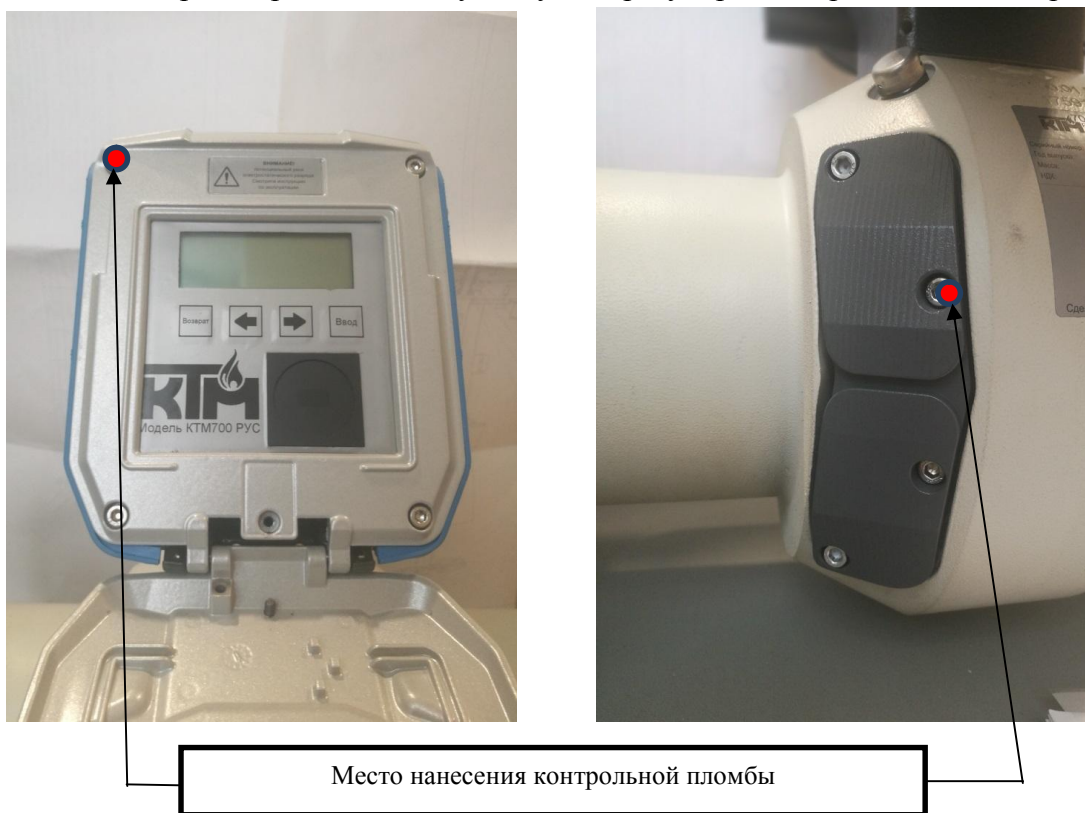


Рисунок 6 – Опломбирование отсека переключателя «защиты параметров от записи» и крышек приёмопередающих блоков.

Опломбирование крышек приемопередатчиков производится нанесением пломбы на отверстие одного крепежного винта на каждой крышке приемопередатчиков.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики счетчиков

Модификация счетчика (количество лучей)	Допустимое рабочее давление эксплуатации, МПа ¹⁾	Метод проведения поверки	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %	
			от Q_t до Q_{max}	от Q_{min} до Q_t
4 луча и 8 лучей	Не ограничено	При имитационной поверке счетчиков для типоразмеров DN200 и более (в том числе и для первичной поверки)	±0,5	±0,7
	Не ограничено	При имитационной поверке счетчиков для типоразмеров DN150 и менее	±0,7	±1,0
	Не ограничено	При поверке счетчиков на поверочной установке с пределами основной относительной погрешности ± 0,3 % ; при имитационной периодической поверке, при условии первичной поверки проливным методом	±0,5	±0,7
	Не выше 1,2	При поверке на поверочной установке с СКО не более 0,05 % при 11 измерениях, НСП не более 0,1 % на атм. Давлении (на воздухе)	±0,3	±0,5
	от 0,1 до 24	При поверке на поверочной установке с пределами основной относительной погрешности ± 0,23 % (на природном газе) ²⁾	±0,3	±0,5
1 луч (дублирующая система модификации и Дуо)	Не ограничено	При имитационной поверке	±2,0	±3,0
		При поверке на поверочной установке (на воздухе или природном газе)	±1,0	±1,5
Повторяемость, %			0,05	
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при вычислении массового расхода, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, ³⁾ %			±0,01	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %			±0,01	

Примечания:

1- Не может превышать расчётное давление счетчика, соответствующее классу фланцевого соединения

2- Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика с сохранением заявленных метрологических характеристик в зависимости от $P_{уср}$ (давление газа при проливном методе поверки).

Минимальное эксплуатационное давление, Мпа	Максимальное эксплуатационное давление, Мпа	$p_{гix}$, Мпа
0,1	1,2	0,5
0,5	3	1
0,75	4,5	1,5
1	6	2
1,25	7,5	2,5
0,99	12	3
1,32	16	4
1,65	20	5
1,98	24	6

Рекомендуется выбирать давление $p_{уср}$ наиболее приближенное к среднему рабочему давлению эксплуатации.

3- Указанная погрешность вычислений не содержит погрешности определения температуры, давления и цифро-аналоговых преобразований. Погрешность вычисления массового расхода объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, определяются в соответствии с действующими нормативными документами на системы измерений на базе ультразвуковых преобразователей расхода

4- Для счетчиков диаметром DN450 и более допускается проводить поверку на поверочной установке с верхним пределом воспроизведения расхода Q_{max} установки. Для диапазона от Q_{max} установки до Q_{max} значение пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях подтверждается имитационным методом. При этом присваиваются следующие значения пределов допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

- ±0,5% в диапазоне от Q_{min} до Q_t ;
- ±0,3% в диапазоне от Q_t до Q_{max} установки;
- ±0,5% в диапазоне от Q_{max} установки до Q_{max} ;

Таблица 4 – Технические характеристики счетчиков

Наименование характеристики	Значение
Измеряемые параметры	Объемный расход при рабочих условиях, объемный расход при стандартных условиях, объем при рабочих условиях, объем при стандартных условиях, скорость газа, скорость звука, массовый расход
Диапазон измерений расхода газа, м ³ /ч	от 5 до 120000 (представлен в таблице 5)
Номинальный диаметр трубопровода, мм	от 80 до 1400
Диапазон температур измеряемого газа, °С	от – 46 до + 180 от – 194 до + 280 (по запросу)
Диапазон давлений измеряемого газа, МПа	от атмосферного до 45
Диапазон значений скоростей потока измеряемого газа, м/с	от 0 до 61
Диапазон температур окружающей среды, °С	от – 40 до + 70 от – 60 до + 70 (по запросу)

Максимальная относительная влажность окружающей среды, %	95	
Напряжение питания постоянного тока, В	от 10,8 до 28,8	
	от 6 до 16 (при использовании искробезопасного источника питания)	
	10,8 (с резервной батареей 2 400 мА·ч, опционально)	
Потребляемая мощность, Вт	от 0,45 до 2,45	
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	
Габаритные размеры (в зависимости от типоразмера и типа марки стали корпуса)	длина, мм	от 240 до 2800
	высота, мм	от 454 до 2015
	ширина (диаметр фланца), мм	от 190 до 1855
Масса, кг	от 75 до 12100	
Средний срок службы, лет, не менее	20	
Архивы	Стандартный Архив данных (6 000 записей) 2 Настраиваемых пользователем архива (по 6000 записей каждый)	
Журналы	Журнал событий (1000 записей) Журнал параметров (250 записей) Журнал метрологически значимых параметров (50 записей)	
Входные/Выходные сигналы		
Аналоговый выход	1 выход от 4 до 20 мА, 250 Ом, Активный/Пассивный, оптически изолированный	
Цифровые выходы	4 выходы Пассивные, электрически изолированные, типа открытый коллектор или NAMUR; Настраиваемые, максимальная частота 10кГц	
Последовательные интерфейсы	Оптический инфракрасный интерфейс на дисплее	
	RS485, 3 выходы, протокол MODBUS ASCII (или RTU)	
	RS232 (RTS/CTS)	
	HART-Master для подключения внешних датчиков давления и температуры	
	Ethernet TCP, протокол MODBUS TCP	
	Encoder	

Т а б л и ц а 5 – Диапазоны измерений расхода газа (от Q_{\min} до Q_{\max}), пограничное значение расхода (Q_t), значение максимальной (V_{\max}) и пограничной скорости газа (V_t) в зависимости от типоразмера счетчика.

Типоразмер счетчика	Расход газа в рабочих условиях, м ³ /ч			Скорость газа, м/с	
	Q_{\min}	Q_t	Q_{\max}	V_t	V_{\max}
DN80	5	40	1000	1,5	61
DN100	8	65	1600	1,5	63
DN150	16	100	3000	1,5	52
DN200	20	160	4500	1,5	44

Типоразмер счетчика	Расход газа в рабочих условиях, м ³ /ч			Скорость газа, м/с	
	Q _{min}	Q _t	Q _{max}	V _t	V _{max}
DN250	25	240	7000	1,5	44
DN300	35	310	8000	1,5	39
DN350	45	420	10000	1,5	36
DN400	60	550	14000	1,5	38
DN450	100	700	17000	1,5	37
DN500	130	850	20000	1,5	35
DN550	150	1000	24000	1,5	35
DN600	180	1200	32000	1,5	39
DN650	240	1400	35000	1,5	36
DN700	280	1700	40000	1,5	36
DN750	320	1900	45000	1,5	35
DN800	360	2200	50000	1,5	34
DN850	400	2500	55000	1,5	33
DN900	450	2800	66000	1,5	36
DN950	500	3100	70000	1,5	34
DN1000	550	3400	80000	1,5	35
DN1050	600	3800	85000	1,5	34
DN1100	650	4100	90000	1,5	32
DN1150	700	4500	95000	1,5	34
DN1200	750	4800	100000	1,5	30
DN1300	900	5600	110000	1,5	28
DN1400	1000	6500	120000	1,5	27

Знак утверждения типа

наносят на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики в верхнем левом углу, на боковую панель счетчика в центре методом наклейки.

Комплектность средства измерений

Т а б л и ц а 6 – Комплектность средства измерений.

Наименование и обозначение	Количество
Счетчик газа ультразвуковой КТМ700 РУС	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 шт.
Методика поверки МП 0798-13-2018	1 шт.
Программное обеспечение УЗПР - Контроль	1 шт.
Комплект заводской документации	1 шт.
Дополнительно в комплект могут входить:	
- комплект запасных частей	
- устройство для замены приемопередатчиков под давлением	
- ответные фланцы, прокладки, крепеж	
- прямые участки трубопровода, формирователь потока	
- кабель для передачи сигнала, барьеры искробезопасности	
- инфракрасный преобразователь	
- блок питания	
- датчики давления и температуры и т.д.	

Поверка

осуществляется по документу МП 0798-13-2018 «Инструкция. ГСИ. Счетчики газа ультразвуковые КТМ700 РУС. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИР» 8 октября 2018 г.

Основные средства поверки:

- рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 №2825 (поверочная среда: воздух или природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределами основной относительной погрешности не более $\pm 0,3$ %);

- национальные эталоны в рамках соглашения СИМ МРА (установка поверочная расходоизмерительная, рабочая среда: воздух, диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,0003 до 16000 м³/ч, СКО от 0,01 до 0,03, НСП от 0,05 до 0,12, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$ от 0,06 до 0,11%);

- установка поверочная расходоизмерительная, поверочная среда: природный газ, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, с пределом основной относительной погрешности $\pm 0,23$ %

- секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2м, диапазон измерения и отработки интервалов времени от 0,01 до 9999,99 с, пределы погрешности измерения интервалов Т времени $\pm(15 \cdot 10^{-6}T + 0,01)$ (регистрационный номер 65349-16);

- частотомер электронно-счетный ЧЗ-63, диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 200 МГц (регистрационный номер 9084-90);

- термометр сопротивления типа ТСП, пределы измерений от минус 20 °С до 70 °С, предел допускаемой погрешности $\pm 0,1$ % (регистрационный номер 41891-09);

- манометр деформационный образцовый с условной шкалой МО с верхним пределом измерений 25 МПа, класс точности 0,25 (регистрационный номер 43816-10);

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение и контроль метрологических характеристик поверяемых СИ, с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке счетчика.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в ГОСТ 8.611-2013 «ГСИ. Расход и количество газа. Методика (метод) измерений с помощью ультразвуковых преобразователей расхода», в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам газа ультразвуковым КТМ700 РУС

Приказ Росстандарта от 29.12.2018 №2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа

ТУ 26.51.63-001-РСТМ-2018 Счетчики газа КТМ700 РУС. Технические условия

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «НПП КуйбышевТелеком-Метрология» (ООО «НПП КуйбышевТелеком-Метрология»)

ИНН 6312102369

Адрес: РФ, 443052, г. Самара, ул. Земеца, д.26Б, оф. 413

Тел./факс (846) 202-00-65

Web-сайт: www.ktkprom.ru

E-mail: info@ktkprom.com

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии» (ФГУП «ВНИИР»)

Адрес: Россия, Республика Татарстан, 420088, г. Казань, ул. 2-я Азинская, д. 7 «а»

Тел.:(843) 272-70-62, факс: (843) 272-00-32

Web-сайт: www.vniir.org

e-mail: office@vniir.org

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИР» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.310592 от 24.02.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «____»_____2019 г.