

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 счетчик состоит из:

- корпуса измерительного, 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 измерительного. Пары приемопередатчиков располагаются в одной плоскости параллельно друг другу или в двух пересекающихся плоскостях.

- блока обработки информации (далее - БОИ), который закреплен с наружной стороны корпуса измерительного. В состав БОИ 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 БОИ разделен на отсеки, что позволяет вынести процессорную плату в отдельный от интерфейсного блока отсек. Интерфейсный блок может быть размещен во взрывозащищенной оболочке (взрывозащита вида Ex d) или клеммном отсеке с искробезопасным исполнением (взрывозащита вида Ex ia). Дополнительно, при размещении интерфейсного блока во взрывозащищенной оболочке, терминалы, для удобства подключения, могут быть выведены в клеммный отсек (взрывозащита вида Ex d e).

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.

Внешний вид счетчиков представлен на рисунках 1, 2, 3.

Модификации счетчика:

КТМ700 РУС – стандартный счетчик с 4-мя парами ультразвуковых приемопередатчиков и одним БОИ.

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

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

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



Рисунок 1 – Внешний вид счетчика в модификациях КТМ700 РУС 4-лучевой, КТМ700 РУС Квадро, КТМ700 РУС Дуо и КТМ700 РУС Про

Модификация КТМ700РУС Н – в один корпус измерительный встроены четыре или восемь пар ультразвуковых преобразователей, расположенных в двух плоскостях, и БОИ КТМ700Н. Также может быть выполнен в виде двух независимых счетчиков в одном корпусе измерительном, один - измерительный, другой – контрольный (с функцией КМХ).



Рисунок 2 – Внешний вид счетчика в модификации КТМ700 РУС Н

Модификация КТМ700 РУС Лайт – в один корпус измерительный встроены четыре или восемь пар ультразвуковых преобразователей, расположенных в двух плоскостях, и БОИ КТМ700 Лайт. Также может быть выполнен в виде двух независимых счетчиков в одном корпусе измерительном, один - измерительный, другой – контрольный (с функцией КМХ).



Рисунок 3 – Внешний вид счетчика в модификации КТМ700 РУС Лайт

В счетчике реализована технология резервного энергообеспечения – в БОИ 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 трубопровода в зависимости от модификации счетчика представлены в таблице 1.

Дополнительно счетчик может быть оборудован встроенным датчиком давления и температуры, расположенным в корпусе измерительном и используемый для автоматической коррекции изменения геометрии корпуса счетчика 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.

Дополнительно счетчик может быть оборудован модулем выносным, предназначенным для удаленного взаимодействия пользователя с БОИ.

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

Модификация счетчика	Требования к входным/выходным участкам
КТМ700 РУС 4-лучевой, КТМ700 РУС Квадро, КТМ700 РУС Дуо КТМ700 РУС Н, КТМ700 РУС Лайт	Входной участок 10DN ¹⁾ или 3DN+5DN при применении формирователя потока. Выходной участок 3DN
КТМ700 РУС Про КТМ700 РУС Н	Входной участок 5DN ²⁾ или 2DN+3DN при применении формирователя потока. Выходной участок 3DN
<p>Примечания:</p> <p>¹⁾ 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>²⁾ 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>	

БОИ 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 в счетчике реализованы следующие методики вычисления теплофизических свойств газов:

- ГСССД МР 113-03;
- ГОСТ 30319.2-2015;
- ГОСТ 30319.3-2015;
- ГСССД МР118-2005;
- ГОСТ 30319.2-96 (GERG-91);
- ГОСТ 30319.2-96 (NX19);
- AGA NX 19 1962;
- ISO 12213 3 2006 SGERG 88;
- ГСССД МР273-2018;
- AGA 8 Gross method 1;
- AGA 8 Gross method 2;
- AGA NX-19 mod;
- Гидрокарбон (Hydrocarbon).

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.

В счетчике предусмотрены следующие входы/выходы:

- аналоговые (токовая петля), активные/пассивные, оптически изолированные, 4-20 мА, с поддержкой HART;
- цифровые выходы, пассивные, оптически изолированные типа открытый коллектор или NAMUR;
- цифровые входы, пассивные;
- RS-485 с поддержкой Modbus RTU и Modbus ASCII;
- Ethernet с поддержкой ModbusTCP/IP;
- RS232 (RTS/CTS).

Примечание - В зависимости от модификации счетчика и требований заказчика возможны различные варианты входов/выходов (точные сведения приведены в эксплуатационной документации).

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 4). Дополнительно полученные данные измерений используются для автоматического КМХ и для работы интеллектуального помощника.

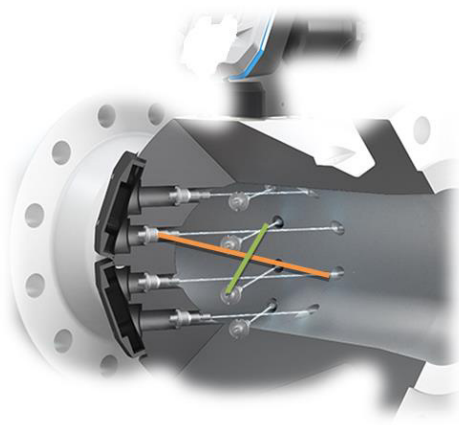


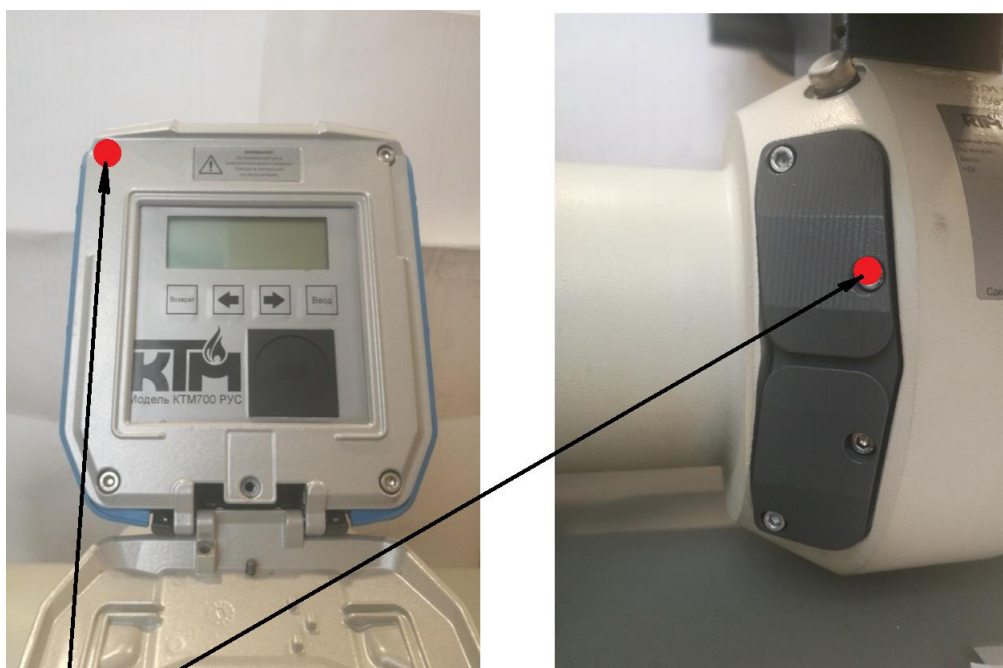
Рисунок 4 – Диагностические центральные лучи (перекрестные лучи) КТМ700 РУС Про

На рисунках 5, 6, 7 приведена схема пломбировки от несанкционированного доступа. Пломба, предотвращающая доступ к элементам конструкции, устанавливается изготовителем СИ или уполномоченной организацией.

Знак поверки на счетчик не наносится.

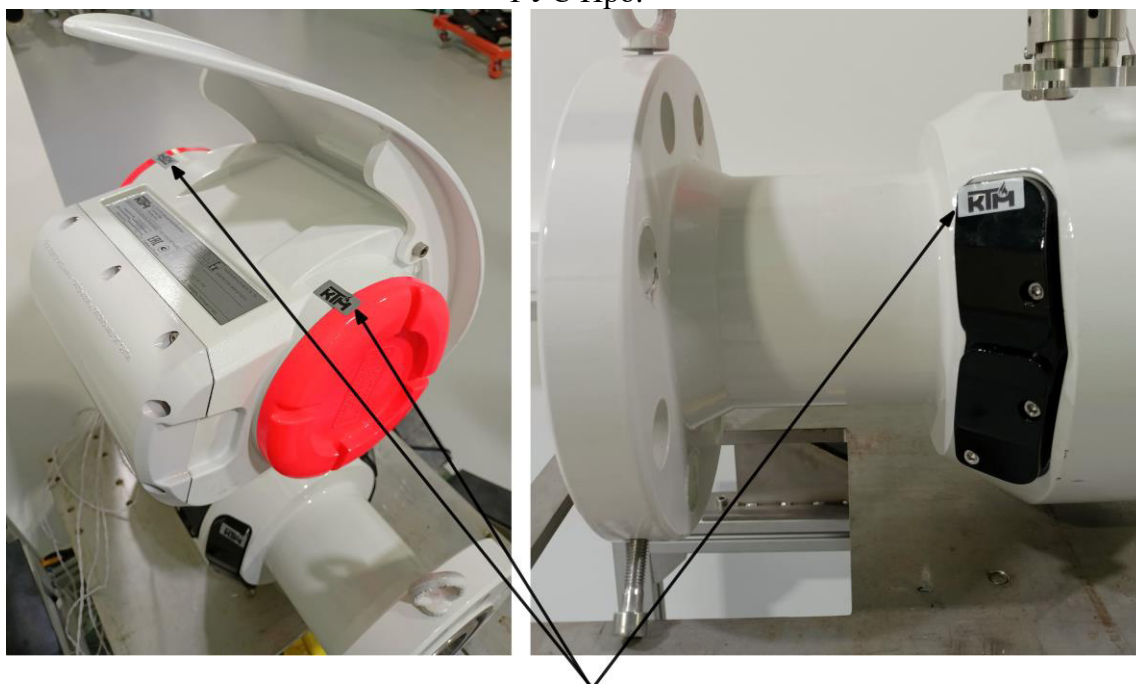
Заводской номер методом лазерной гравировки наносится на маркировочную табличку, которая крепится на корпусе БОИ.

Места нанесения заводского номера и знака утверждения типа указаны на рисунках 8, 9, 10.



Место нанесения контрольной пломбы

Рисунок 5 – Опломбирование корпуса БОИ и крышек приемопередатчиков счетчиков модификаций КТМ700 РУС 4-лучевой, КТМ700 РУС Квадро, КТМ700 РУС Дуо и КТМ700 РУС Про.



Место нанесения контрольной пломбы

Рисунок 6 – Опломбирование корпуса БОИ и крышек приемопередатчиков счетчиков модификации КТМ700 РУС Н



Место нанесения контрольной пломбы

Рисунок 7 – Опломбирование корпуса БОИ и крышек приемопередатчиков счетчиков модификации КТМ700 РУС Лайт



Рисунок 8 – Место нанесения заводского номера и знака утверждения типа счетчика модификаций КТМ700 РУС 4-лучевой, КТМ700 РУС Квадро, КТМ700 РУС Дуо и КТМ700 РУС Про

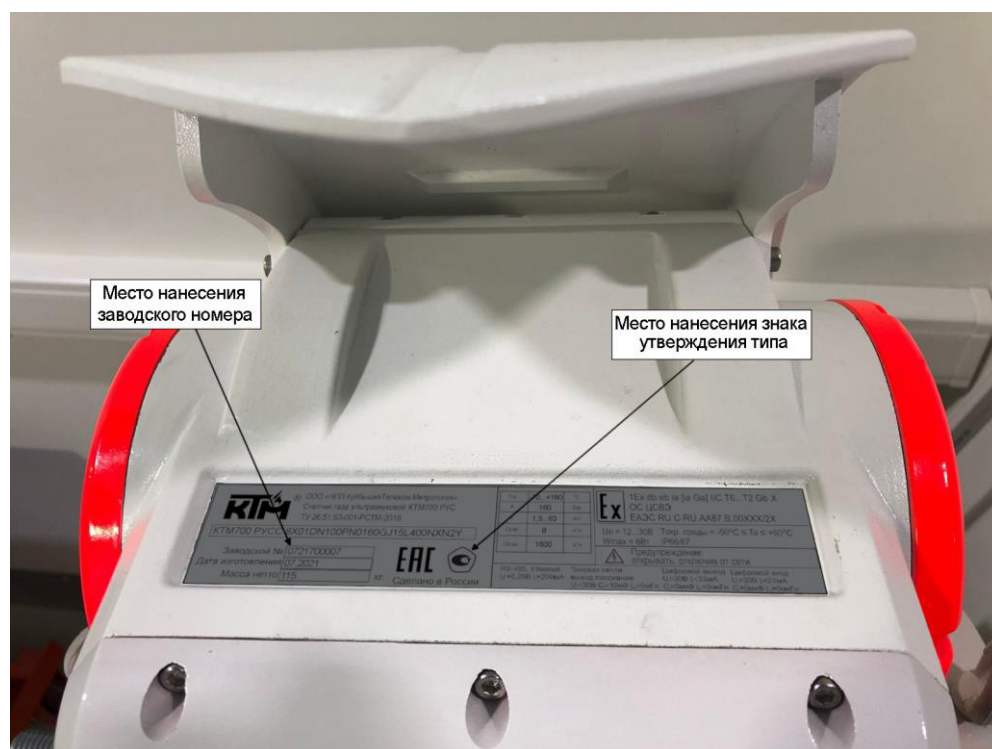


Рисунок 9 – Место нанесения заводского номера и знака утверждения типа счетчика в модификации КТМ700 РУС Н

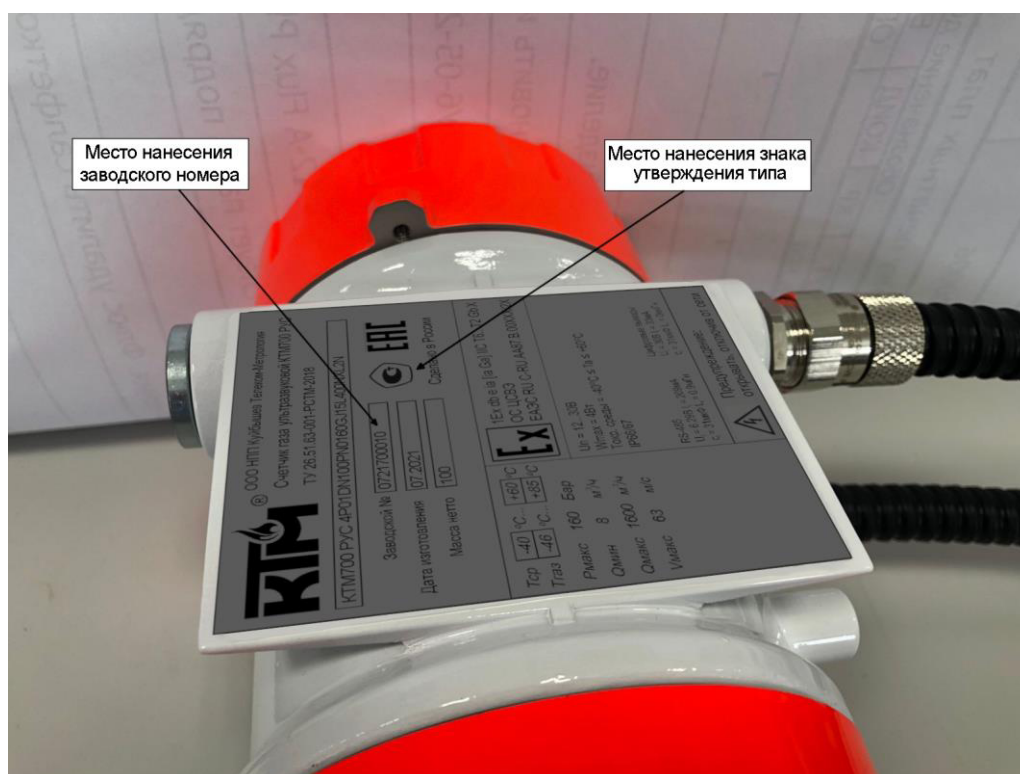


Рисунок 10 – Место нанесения заводского номера и знака утверждения типа счетчика в модификации КТМ700 РУС Лайт

Программное обеспечение

Со счетчиком в зависимости от модификации поставляется конфигурационное программное обеспечение УЗПП – Контроль или KTM Smart Stream, предназначенное для конфигурирования, параметризации и диагностики счетчика. Оно содержит процедурные модули, предназначенные для проведения проверки технического состояния счетчика и его поверки.

Программное обеспечение защищено 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.

Т а б л и ц а 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение						
Идентификационное наименование ПО	KTM700 PУC (Firmware)					Firmware BOI	Firmware BOI-2
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.02.00	1.04.00	1.04.01	1.04.02	1.04.03	1.0.0	1.0.0
Цифровой идентификатор ПО*	0xD28F	0x150B	0xDA12	0xA1A9	0x05B4	0xA94A7578	0xB7584FA9
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	CRC-16					CRC-32	
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 или KTM Smart Stream. Защита программного обеспечения от преднамеренных или непреднамеренных вмешательств осуществляется при помощи переключателя защиты параметров от записи, многоуровневой системой защиты и пломбированием счетчика при необходимости.

Метрологические и технические характеристики

Т а б л и ц а 3 – Метрологические характеристики счетчиков

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений расхода газа, м ³ /ч	от 5 до 120 000 (представлен в таблице 5)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %	в соответствии с таблицей 3а
Повторяемость, %	0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности счетчика при вычислении массового расхода, массы, объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям *, %	±0,005
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения времени, %	±0,01
* 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.	

Т а б л и ц а 3 а – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях

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, %	
			в диапазоне от Q_t до Q_{max}	в диапазоне от Q_{min} до Q_t
4 луча и 8 лучей	Не ограничено	<ul style="list-style-type: none"> - при поверке счетчиков на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,2\%$ (на воздухе при атмосферном давлении); - при имитационной периодической поверке, при условии первичной поверки проливным методом; - при имитационной поверке (первичной и периодической) счетчиков типоразмеров DN200 и более 	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
	Не ограничено	при имитационной поверке (первичной и периодической) счетчиков типоразмеров DN150 и менее	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$
	Не выше 1,2	- при поверке на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,2\%$ (на воздухе при атмосферном давлении)	$\pm 0,5^{2)}$	
	от 0,1 до 24	- при поверке на поверочной установке с доверительными границами относительной погрешности не более $\pm 0,3\%$ (на природном газе с избыточным давлением) ³⁾	$\pm 0,5^{2)}$	

Продолжение таблицы 3а

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, %	
			в диапазоне от Q_t до Q_{max}	в диапазоне от Q_{min} до Q_t
1 луч (дублирующая система с контрольным счетчиком)	Не ограничено	При имитационной поверке	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
		При поверке на поверочной установке (на воздухе или природном газе)	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$

Примечания:

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

²⁾ Для счетчиков с номинальным 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 пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях не превышают $\pm 0,5\%$ в диапазоне от Q_{min} до Q_{max} счетчика.

³⁾ Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика с сохранением заявленных метрологических характеристик в зависимости от $P_{уср}$ (давление газа при проливном методе поверки) приведены в таблице 3б.

Таблица 3б – Диапазоны допустимого рабочего давления эксплуатации счетчика

Минимальное эксплуатационное давление, МПа	Максимальное эксплуатационное давление, МПа	$P_{уср}$, 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

Примечание - Рекомендуются выбирать давление $P_{уср}$, наиболее приближенное к среднему рабочему давлению эксплуатации.

Таблица 4 – Технические характеристики счетчиков

Наименование характеристики	Значение
Номинальный диаметр трубопровода, мм	от 80 до 1400
Диапазон температур измеряемого газа, °С	от -70 до +180 от -194 до +100 низкотемпературное исполнение от -70 до +280 высокотемпературное исполнение
Диапазон давлений измеряемого газа, МПа	от атмосферного до 45
Диапазон значений скоростей потока измеряемого газа, м/с	от 0 до 63
Диапазон температур окружающей среды, °С - БОИ стандартного исполнения - БОИ КТМ700Н - БОИ КТМ700 Лайт	от -40 до +70 от -50 до +60 от -40 до +60 (до -65 при использовании устройств обогрева)
Максимальная относительная влажность окружающей среды, %	95
Степень защиты от проникновения пыли, влаги и твердых тел по ГОСТ 14254-96	IP66/67
Напряжение питания постоянного тока, В - БОИ стандартного исполнения - БОИ КТМ700Н / КТМ700 Лайт	от 10,8 до 28,8 от 6 до 16 (при использовании искробезопасного источника питания) 10,8 (с резервной батареей 2 400 мАч, опционально) от 12 до 30
Потребляемая мощность, Вт, не более - БОИ стандартного исполнения - БОИ КТМ700Н - БОИ КТМ700 Лайт	2,45 6 4
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
Габаритные размеры (в зависимости от типоразмера и марки стали корпуса измерительного) длина, мм высота, мм ширина (диаметр фланца), мм	от 240 до 2800 от 454 до 2015 от 190 до 1855
Масса, кг	от 75 до 12100
Средний срок службы, лет, не менее	20

Т а б л и ц а 5 – Диапазоны измерений расхода газа 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
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

Примечания:
Q_{min} - минимальное значение расхода;
Q_{max} - максимальное значение расхода;
Q_t - пограничное значение расхода;
V_{max} - значение максимальной скорости газа;
V_t - значение пограничной скорости газа.

Знак утверждения типа

наносят на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики в верхнем левом углу, на маркировочной табличке счетчика.

Комплектность средства измерений

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

Наименование	Обозначение	Количество
Счетчик газа ультразвуковой КТМ700 РУС	КТМ700 РУС	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РЭ	1 экз.
Паспорт	ПС	1 экз.
Методика поверки	МП	1 экз.

Продолжение таблицы 6

Наименование	Обозначение	Количество
Программное обеспечение для конфигурирования, параметризации и диагностики счётчика	УЗПР - Контроль / KTM Smart Stream ¹⁾	1 шт.
Дополнительно в комплект могут входить: <ul style="list-style-type: none"> – комплект запасных частей – устройство для замены приемопередатчиков под давлением – модуль выносной – 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. 		
Примечания ¹⁾ Входящее в комплект программное обеспечение зависит от модификации счетчика (точная информация приведена в паспорте счетчика).		

Сведения о методиках (методах) измерений

Раздел 1.5 «Устройство и работа» Руководства по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 11 мая 2022 г. № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»;

Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

ТУ 26.51.63-001-РСТМ-2018. Счётчик газа ультразвуковой KTM700 РУС. Технические условия.

Изготовитель

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

ИНН 6312102369

Адрес: 446394, Самарская обл., м.р-н Красноярский, гп. Волжский, пгт. Волжский,
ул. Пионерская, зд. 5, эт. 2, помещ. 8

Тел./факс: (846) 202-00-65

E-mail: info@ktkprom.com

Web-сайт: www.ktkprom.com

Испытательный центр

Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии – филиал
Федерального Государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева» (ВНИИР – филиал
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Юридический адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр-кт, д. 19

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

Телефон: (843) 272-70-62

Факс: (843) 272-00-32

E-mail: office@vniir.org

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310592.