

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакции, утвержденной приказом Росстандарта № 481 от 09.03.2017 г.)

Теплосчетчики КМ-9

Назначение средства измерений

Теплосчетчики КМ-9 (далее - КМ-9) предназначены для измерений и учета тепловой энергии, объемного и массового расхода, объема, массы теплоносителя и его параметров в водяных (далее ВСТ) и паровых (далее ПСТ) системах теплоснабжения, а также количества и параметров среды в системах горячего (далее ГВС), холодного (далее ХВС) водоснабжения

Описание средства измерений

Принцип работы КМ-9 состоит в измерении значений расхода и параметров среды (температуры и давления) в трубопроводах ВСТ, ПСТ, ГВС, ХВС и с газами в привязке к текущему времени с последующим расчетом количества теплоносителя и тепловой энергии, по уравнениям измерений, приведенным в нормативных документах по обеспечению единства измерений и ГСССД. Принцип действия штатных для КМ-9 преобразователей расхода и объема воды состоит в измерении скорости потока на основе явления электромагнитной индукции, заключающейся в том, что при прохождении электропроводящей жидкости через магнитное поле в нее, как в движущийся проводник, наводится ЭДС, которая в измерительном сечении пропорциональна средней скорости потока жидкости (т.е. объемному расходу) для полнопроходных и локальной скорости потока для погружных преобразователей расхода. ЭДС инвариантна к плотности, вязкости, электрической проводимости (в рабочем диапазоне) измеряемой жидкости, а также режиму ее течения: ламинарному или турбулентному. При измерении расхода пара и газов под действием перепада давления, возникающего на стандартной диафрагме часть потока перетекает через струйный автогенератор (далее САГ) и создает в нём устойчивые автоколебания, частота которых пропорциональна этому перепаду давления, что позволяет определять расход по ГОСТ 8.586.5.

На основании результатов измерений формируются архивы данных и событий, которые по заказу передаются также во внешние информационные сети.

КМ-9 представляют собой измерительные системы вида ИС-1 (по ГОСТ Р 8.596) с функционально выделенными измерительными каналами (далее каналы). К простым (по ГОСТ Р 8.596) относятся каналы следующих величин: объемный расход, температура и давление среды (вода, пар, газы, конденсат) для каждого трубопровода, где установлены соответствующие средства измерений.

К сложным относятся каналы:

объема (если применяются преобразователи объема), количества (объема, массы) среды, разности температур и масс воды в двух трубопроводах ВСТ (циркуляционных ГВС) и тепловой энергии и мощности (тепловой нагрузки). КМ-9 рассчитаны для обслуживания от одной до девяти систем тепло и водоснабжения (ВСТ, ПСТ, ГВС, ХВС) или до 18 трубопроводов с газами. Общее число каналов тепловой энергии до 9. Конфигурация КМ-9 устанавливается по заказу. Вычислительный блок КМ-9 и операторская панель представлены на фото 1.



Фото 1 - Общий вид вычислительного блока KM-9 и операторской панели

Каналы объемного расхода воды выполнены на базе преобразователей расхода: полнопроходных ППС (далее - ППС, фото 2), либо преобразователей расхода погружных ПРБ-1 или ПРБ-3 (далее, соответственно, ПРБ-1 и ПРБ-3, фото 3). В каналах расхода (объемного и массового) пара (конденсата) и газов используются преобразователи расхода РМ-5-ПГ (фото 4).



Фото 2 - Общий вид
полнопроходного ППС



Фото 3 - Общий вид
ПРБ-1/ПРБ-3



Фото 4 - Общий вид
РМ-5-ПГ

ППС состоят из датчиков расхода и электронных блоков. Схема пломбирования ППС от несанкционированного доступа показана на рисунке 1.

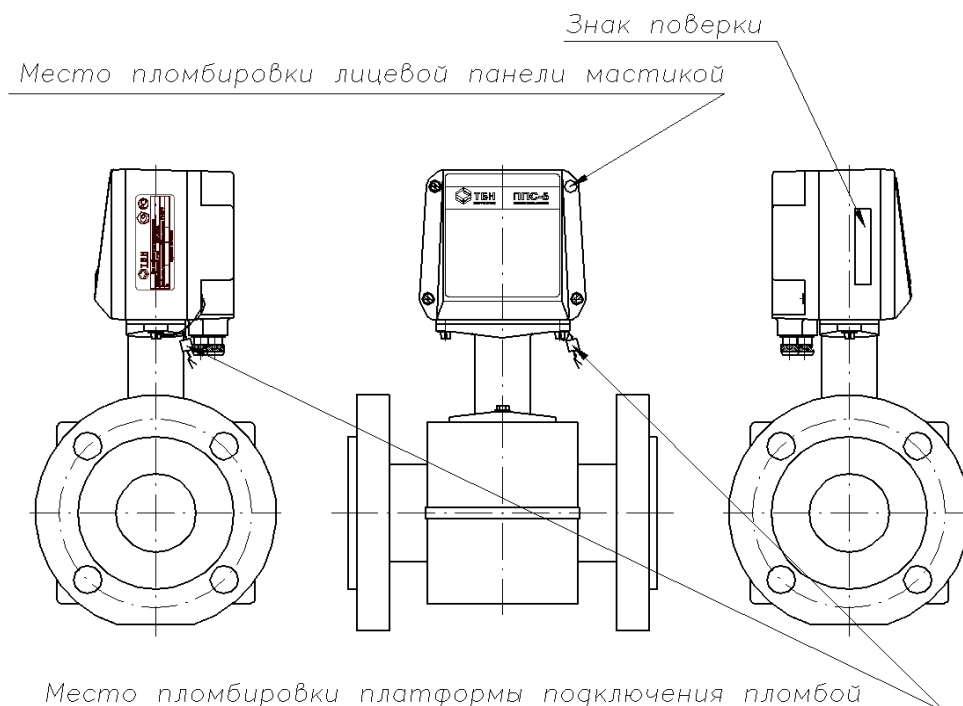


Рисунок 1 - Схема пломбировки полнопроходного ППС

ПРБ-1 и ПРБ-3 состоят соответственно из одного или трех преобразователей скорости потока; каждый, из которых состоит из датчика скорости и электронного блока. У ПРБ-3 продольные оси датчиков скорости располагаются в одном поперечном сечении трубопровода под углом 120° друг к другу. Схема пломбирования ПРБ-1 и ПРБ-3 от несанкционированного доступа представлена на рисунке 2.

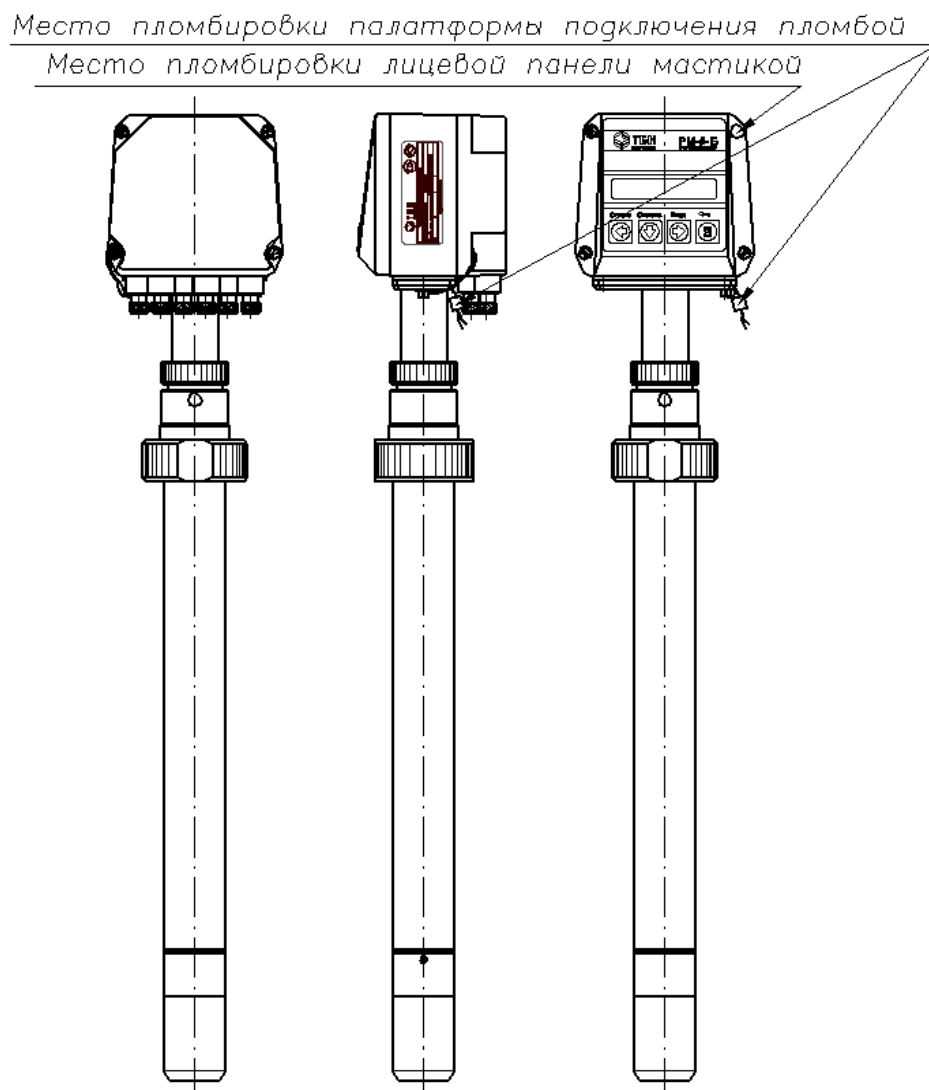


Рисунок 2 - Схема пломбировки ПРБ-1 и ПРБ-3

PM-5-ПГ состоят из преобразователей расхода, выполненных в виде стандартных диафрагм с угловым отбором давления по ГОСТ 8.586.2, САГ, и электронных блоков. Схема пломбирования PM-5-ПГ от несанкционированного доступа представлена на рисунке 3.

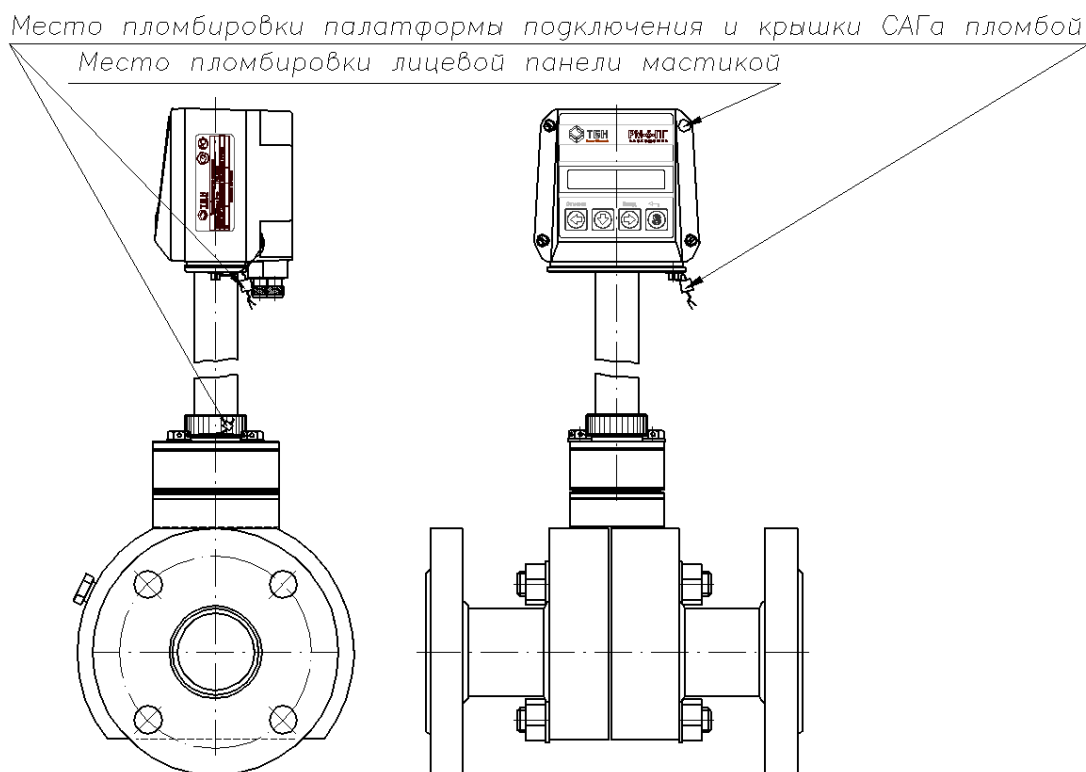


Рисунок 3 - Схема пломбировки РМ-5-ПП

В электронных блоках преобразователей расхода (скорости) аналоговые измерительные сигналы преобразуются в цифровые коды интерфейса RS-485 и передаются в вычислительный блок ВБ (далее ВБ), где значения измеряемых величин преобразуются в вид, удобный для вывода на цифровое табло операторской панели и/или для дальнейшей передачи по интерфейсам RS-485 и Ethernet. ВБ снабжен также интерфейсами USB-D и USB-H, для быстрого обмена файлами с ПК и со стандартными USB-Flash накопителями и USB-принтерами. Схема пломбирования вычислительного блока КМ-9 от несанкционированного доступа представлена на рисунке 4.

Пломбировка саморазрушающейся наклейкой с двух сторон

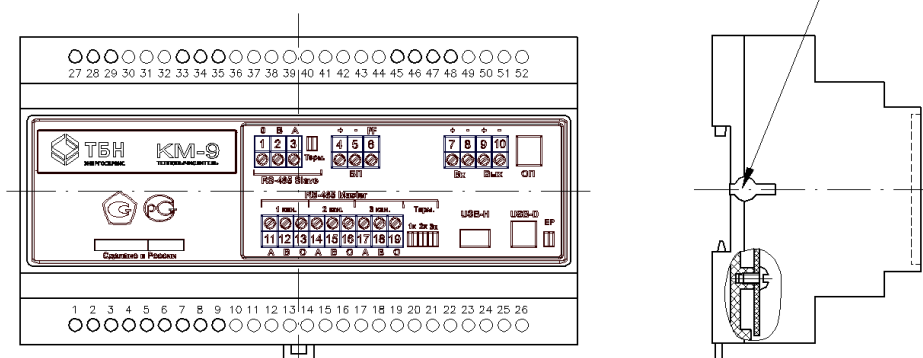


Рисунок 4 - Схема пломбировки вычислительного блока КМ-9

К вспомогательным компонентам КМ-9 относятся блоки питания и преобразователи интерфейса RS-485/RS-232/ Ethernet.

К каждому электронному блоку ППС, ПРБ-1 и ПРБ-3 подключаются: до одного преобразователя объема воды с импульсным выходом: штатные ППС-1П-И2 (далее ППС-1П-И2, выполненные на основе ППС), или покупные; до двух преобразователей давления с токовым выходом; до трех термопреобразователей, два из которых могут составлять комплект. К каждому электронному блоку РМ-5-ПГ подключается по одному преобразователю давления и температуры. Число трубопроводов, обслуживаемых КМ-9, до 36.

В таблице 1 указаны типы покупных средств измерений, подключаемых к электронным блокам преобразователей расхода КМ-9 и в скобках их номера в Госреестре.

Таблица 1

Преобразователи объема с импульсным сигналом	Комплекты термометров (термопреобразователей) сопротивления	Термометры (термопреобразователи) сопротивления; преобразователи давления
Омега - Р (23463-07)	КТПТР-01 (46156-10)	ТПТ-1 (46155-10)
ПРЭМ (17858-11)	КТСП-Н (38878-08)	ТСП-Н (38959-12)
ТЭМ (24357-08)	КТС-Б (43096-15)	ТС-Б (мод. ТС-Б-Р) (61801-15)
СХВ, СГВ (16078-05)		ИД (23992-02)
		АИР-10 (31654-09)
		Корунд -ДИ (14446-09)

Преобразователи расхода ППС, ПРБ-1 и ПРБ-3 выпускаются в двух конструктивных исполнениях:

- исполнение 1: датчики расхода (скорости) составляют единое целое со своими электронными блоками.
- исполнение 2: электронные блоки находятся отдельно от датчиков расхода (скорости) и соединяются с ними сигнальными кабелями длиной до 10 м.

ППС, ПРБ-1 и ПРБ-3 позволяют проводить измерения расхода среды при движении потока по трубопроводу в обоих направлениях: прямом и обратном (реверсном).

Расход воды в трубопроводах с ПРБ-1 и ПРБ-3, определяется по ГОСТ 8.361.

ВБ выполняются в отдельных корпусах и устанавливаются в монтажных щитах совместно с блоками питания и операторскими панелями. ВБ снабжены набором переключателей, обеспечивающих защиту от несанкционированного доступа к настроечным параметрам и согласование линий связи с измерительными системами вида ИС-2 (по ГОСТ Р 8.596), например АСКУЭ. Программное обеспечение, реализуемое в ВБ, имеет сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р 8.596 и ГОСТ Р 8.654.

В качестве связующих компонентов в КМ-9 применяются: штатные сигнальные кабели и линии связи в виде витых пар для передачи информации по интерфейсу RS-485.

Программное обеспечение

Программное обеспечение для определения параметров измеряемых сред, а так же их количества и тепловой энергии должно быть сертифицировано полномочной организацией Росстандарта.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	КМ9
Номер версии (идентификационный номер)	1.16
Цифровой идентификатор (контрольная сумма)	0xC69E70B2
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32, полином – 0x04C11DB7, начальное значение – 0xFFFFFFFF. Расчет CRC32 производится по программной памяти, начиная с адреса 0x200 по адрес 0x3DFFFF

Метрологические и технические характеристики
представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Температура воды, °С	от 1 до 150
Температура пара и газов, °С	до 300
Разность температур воды Dt , °С	от $Dt_{\min}^*$ до 150
$Dt_{\min}$, °С	2; 3
Давление измеряемой среды (вода, пар и др.), МПа	до 1,6 (2,5)
Пределы измерений объемного расхода воды для ППС и ППС-1П-И2 в зависимости от их условного прохода (DN), м ³ /ч	таблица 5
скорость потока жидкости в трубопроводах с ПРБ-1 или ПРБ-3, м/с	от 0,2 до 10
Отношение верхнего и нижнего пределов измерений перепада давления с применением РМ-5-ПП, не менее	100
Наибольшее измеряемое значение перепада давления, кПа	100 (по заказу – 160)
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов тепловой энергии для закрытых ВСТ, %	$d_Q = \pm(2 + 4 Dt_{\min} / Dt + 0.01 q_H / q)$ (класс точности 1) $d_Q = \pm(3 + 4 Dt_{\min} / Dt + 0.02 q_H / q)$ (класс точности 2) $d_Q = \pm(4 + 4 Dt_{\min} / Dt + 0.05 q_H / q)$ (класс точности 3)

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов тепловой энергии для открытых ВСТ, %	ГОСТ Р 8.591
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов тепловой энергии d_Q для ПСТ, %: - класс В1 - класс С1	± 3 ± 4
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов объемного и массового расхода, объема и массы $d_{q(m)}$ с применением ППС и ППС-1П-И2 в зависимости от их класса В1, С1, D1 или С2 (установленных разработчиком), %	Таблица 6
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов объемного (массового) расхода, объема (массы) с ПРБ-1 и ПРБ-3, %	Таблица 7
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов перепада давления с применением РМ-5-ПГ, %	± 1
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов объемного (массового) расхода и объема (массы) среды с применением РМ-5-ПГ ($d_{q(m)}$), %: - для класса В1 - для класса С1.	$\pm 1,5$ $\pm 2,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности каналов температуры без учета погрешности датчиков температуры, °С: - при измерении температуры воды $\Delta_{тв}$; - при измерении температуры пара и других газообразных сред $\Delta_{тп}$; - при измерении температуры атмосферного воздуха $D_{та}$.	$\pm(0,2 + 0,0005 \cdot t)$ $\pm(0,1 + 0,001 \cdot t)$ $\pm(0,4 + 0,002 \cdot x_a)$, где t – значение измеряемой температуры
Пределы допускаемой абсолютной погрешности каналов разности температур воды, без учета погрешности комплекта термопреобразователей ($\Delta_{кт}$), °С	$\pm(0,04 + 0,002 D_t)$
Пределы допускаемой относительной погрешности каналов избыточного давления жидкости, %;	± 2 (без учета погрешностей датчиков давления ± 1)

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности канала абсолютного давления пара и других газообразных сред, %	$\pm 0,3$ или по формуле $\pm \frac{\Delta p}{p_{\max}} + 0,05 + 100 \frac{D_a}{p_{\max}} \frac{\delta}{\delta}$, Где: - $p_{\max}$ - верхний предел измерений (кПа); - d_p - основная приведённая к верхнему пределу измерений погрешность датчика избыточного давления (%); - D_a - основная абсолютная погрешность барометра (кПа).
Пределы допускаемой абсолютной погрешности каналов объема с преобразователями объема с импульсным выходом (без учета погрешностей преобразователей объема) на 1000 импульсов, импульс	± 1
Пределы допускаемой относительной погрешности канала текущего времени КМ-9, %	$\pm 0,05$
Примечание Диапазон измерений объемного (массового) расхода пара (конденсата) и газов с помощью РМ-5-ППГ определяется по ГОСТ 8.586.5 в зависимости от рабочих диапазонов давления, перепада давления, температуры и геометрических размеров стандартных диафрагм и измерительных трубопроводов.	

Таблица 4 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение переменного тока в питающей сети, В	от 187 до 242
Частота переменного тока в питающей сети, Гц	50 ± 1
Потребляемая мощность, В·А, не более	$N' \cdot 10$ где N – суммарное число датчиков расхода и скорости
Напряженность внешних магнитных полей (кроме земного), А/м.	до 400
Удельная электрическая проводимость воды, См/м	от 10^{-3} до 10
Наибольшие габаритные размеры ППС и ППС-1П-И2 в зависимости от диаметра условного прохода DN , L -длина, B -ширина, H -высота, мм	Таблица 8
Наибольшие значения массы ППС и ППС-1П-И2 (сумма масс датчиков расхода с электронными блоками) в зависимости условного прохода DN , кг	Таблица 9

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
Наибольшие габаритные размеры датчиков скорости ПРБ-1 и ПРБ-3 со шлюзовыми камерами и электронными блоками, мм	115×110×600
Масса, кг, не более - ПРБ-1 - ПРБ-3	7 21
Температура воздуха, окружающего датчики расхода и скорости исполнения 2, °С	от -30 до +50
Температура воздуха, окружающего датчики расхода и скорости исполнения 1, электронные блоки и вычислительные блоки, °С	от +5 до +50
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
Влажность воздуха, окружающего датчики расхода (скорости) исполнения 2, %, не более	95, при температуре 35 °С, при более низких температурах без конденсации влаги
Влажность воздуха, окружающего датчики расхода и скорости (кроме исполнения 2), электронные блоки и вычислительные устройства, %, не более	80, при температуре 35 °С, при более низких температурах без конденсации влаги
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	75000
Средний срок службы, лет, не менее	15

Таблица 5

Условный проход DN	Значение объема на импульс, м ³ /имп	Пределы измерений объемного расхода, м ³ /ч	
		нижний, q ₀	верхний, q _н
15(p)	0,0004	0,0025	2,5
15	0,0010	0,006	6
20	0,0018	0,011	11
25	0,0025	0,016	16
32	0,005	0,030	30
40	0,007	0,040	40
50	0,010	0,060	60
65	0,015	0,10	100
80	0,025	0,16	160
100	0,040	0,25	250
150	0,10	0,60	600
200	0,15	1,0	1000
300	0,40	2,5	2500
Примечание: В таблице 5 и далее знаком (p) отмечено резьбовое присоединение датчика расхода к трубопроводу в отличие от фланцевого			

Таблица 6

Поддиапазоны Измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности $d_{q(m)}$ в зависимости от класса ППС, ППС-1П-И2, %			
	B1	C1	D1	C2
$400 < q_n/q \leq 1000$	± 2	± 5	Не нормируются	Не нормируются
$250 < q_n/q \leq 400$	± 2	± 5	± 5	
$150 < q_n/q \leq 250$	± 2	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$	
$50 < q_n/q \leq 150$	± 2	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	± 5
$25 < q_n/q \leq 50$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	± 3
$1 \leq q_n/q \leq 25$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$

Таблица 7

Поддиапазоны измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности $d_{q(m)}$, %	
	с ПРБ-1	с ПРБ-3
$25 < q_n/q \leq 50$	± 3	$\pm 2,5$
$1 \leq q_n/q \leq 25$	± 2	$\pm 1,5$

Таблица 8

<i>DN</i>	15	15(p)	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300
<i>L</i>	135	130	155	155	160	200	205	210	240	250	320	360	450
<i>B</i>	150	110	105	160	190	190	200	210	235	250	330	400	500
<i>H</i>	230	220	235	245	265	265	285	300	330	350	430	480	600

Таблица 9

DN	15	15(p)	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	300
Масса, (не более)	1,8	2,4	2,7	3,3	4,7	6	7,9	9,5	12,5	17,2	32,8	50,1	92

Знак утверждения типа

наносится на титульные листы руководства по эксплуатации и паспорта типографским способом и на вычислительное устройство методом трафаретной печати.

Комплектность средства измерений

представлена в таблице 10.

Таблица 10 - Комплектность средства измерений.

Наименование	Обозначение	Количество
ППС		до 18 шт
ПРБ-3		до 6 шт
РМ-5-ПГ		до 18 шт.

Продолжение таблицы 10

Наименование	Обозначение	Количество
Преобразователи объема ППС-П-И2 и (или) из числа типов по таблице 1		до 18 шт.
Датчики температуры в том числе в составе комплектов		до 36 шт.
Преобразователи давления		до 36 шт.
Вычислительный блок с клавиатурой		1 шт.
Монтажный щит		1 шт.
Вспомогательные компоненты		По заказу
Руководство по эксплуатации и инструкция по монтажу	РЭ 4218-016-42968951-2007	1 экз.
Паспорт		1 экз.
Методика поверки (по заказу)	МП 4218-016-42968951-2008	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 4218-016-42968951-2008 «ГСИ. Теплосчетчики КМ-9. Методика поверки», согласованному ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» 19.06.2008 г.

Основные средства поверки:

- калибратор - измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 20580-06;
- имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 18854-99;
- установка поверочная расходомерная УП-150, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53406-13;
- генератор импульсов Г5-69, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53406-13;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-64, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53406-13.
- Стенд для градуировки и поверки измерительных каналов расходомеров РМ-5-ПП, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 36563-07;
- поверочная установка «Поток - Т», регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53406-13.

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

Знак поверки наносится в раздел паспорта при первичной поверке КМ - 5П.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к теплосчетчикам КМ-9

ГОСТ Р 51649-2014 Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Системы измерительные. Метрологическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ 8.568.5-2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений
Технические условия ТУ 4218-16-42968951-2007

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ТБН энергосервис»
(ООО «ТБН энергосервис»)
ИНН 7720180350
Адрес: 119034, Россия, г. Москва, улица Пречистенка, д. 40/2, стр. 3
Тел./факс: (495) 789-90-75
Web-сайт: www.tbnergo.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «РОСТЕСТ-МОСКВА» (ГЦИ СИ ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

Адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 31
Тел. (499) 129-19-11, факс (499) 124-99-96
E-mail: info@roctest.ru

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2017 г.