

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала по
развитию



А.С. Тайбинский

М.П.

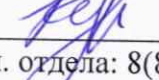
« 25 » января 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОДОМЕРЫ ГАЗА ТЕРМОМАССОВЫЕ МТ100М

Методика поверки
МП 1365-13-2022

Начальник отдела НИО-13


А.И. Горчев
Тел. отдела: 8(843) 272-01-12

Казань
2022

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на расходомеры газа термомассовые МТ100М (далее - расходомеры) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

Расходомеры газа термомассовые МТ100М (далее – расходомеры) предназначены для измерения массового (объемного) расхода и массы (объема) различных газов. В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объемного и массового расхода газа соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения и методом косвенных измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Диапазон измерений массового (объемного) расхода, кг/ч (м ³ /ч)	в зависимости от плотности среды, диаметра трубопровода, в котором устанавливается расходомер, и скорости потока
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения массового (объемного) расхода газа, %	$\pm(2,0 + 0,5 \frac{Q_{\max}}{Q})$, но не более $\pm 5,0$, где Q_{\max} - верхний предел измерений массового (объемного) расхода; Q - измеряемое значение массового (объемного) расхода.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 60 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- абсолютное давление от 84 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на установки, и прошедшие инструктаж в установленном порядке.

Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда, поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон задаваемого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, доверительные границы относительной погрешности не более $\pm 0,5\%$ (при $p=0,95$)	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 800 до 80000 м ³ /ч (регистрационный № 3.6.БКР.0003.2017) Установка поверочная для счетчиков газа УПСГ-0,1/1000, регистрационный № 82115-21
	Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90%; Пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$. Диапазон измерений температуры от -20 до +60 С; Пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа.	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный № 46434-11

	Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.	
	Класс точности 3 с диапазоном измерения от 0 до 30 мин.;	Секундомер механический типа СОПпр (Номер в Госреестре 11519-11)
	Рабочий эталон 4-го разряда единицы электрического сопротивления постоянного тока в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 15.02.2016 № 146. Диапазон измерений электрического сопротивления от 0 до 4000 Ом.	Калибратор многофункциональный МСх-Р модификации МС5-Р, (Номер в Госреестре 22237-08)
	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения значения сопротивления в нормальных условиях $\pm(0,02+2,5 \cdot 10^{-7}(10^5/R-1))$, где R – номинальное значение включённого сопротивления	Магазины сопротивлений ПрофКип Р4834-М1 (номер в госреестре 52064-12)
	Максимальное напряжение и сила тока на выходе 30В, 3А, разрешающая способность напряжения 10мВ, силы тока 10 мА.	Источник питания постоянного тока U8001A «Keysight Technologies Microwave Product (M) Sdn.Bhd.», регистрационный № 43822-10,
<p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</i></p>		

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

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонов, испытательного оборудования и поверяемого расходомера приведенными в эксплуатационной документации.

6.2 Монтаж электрических соединений должен производиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и "Правилами устройства электроустановок" (раздел VII).

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должны быть установлены:

- соответствие комплектности расходомера описанию типа;
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов.
- наличие пломб в соответствии с рисунками 1 и 2 описания типа.

При не соответствии по одному из вышеуказанных пунктов результаты поверки считаются отрицательными, дальнейшая поверка не проводится.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки расходомера выполняют следующие подготовительные работы:

8.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на расходомер.

8.2 Проверяют наличие действующих записей в информационном фонде по обеспечению единства измерений (или свидетельств о поверке) или поверительные клейма на используемые средства поверки.

8.3 Проверяют работоспособность расходомера в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в руководстве по эксплуатации.

8.5 Включают и прогревают расходомер и средства поверки не менее 30 минут.

8.6 Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя расходомера и руководствам по эксплуатации средств поверки.

8.7 Опробование

8.7.1 При опробовании проверяют работоспособность расходомера в соответствии с руководством по эксплуатации без определения метрологических характеристик.

8.7.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении/уменьшении расхода поверочной среды соответствующим образом изменялись показания на дисплее расходомера.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения путем сравнения их с данными, указанными в описании типа.

9.2 Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9.3 При отрицательных результатах проверки программного обеспечения расходомеры дальнейшей поверке не подлежат.

10 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик проводят на поверочной установке или имитационным методом.

10.1 Определение метрологических характеристик на поверочной установке.

Перед началом поверки необходимо в соответствии с руководством по эксплуатации установить в качестве измеряемой среды расходомера воздух или природный газ с указанием компонентного состава в зависимости от рабочей среды эталонной установки.

10.1.1 Определение метрологических характеристик на поверочной установке при измерении объемного расхода газа.

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : Q_{\max} , $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$ и Q_{\min} . Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее трех измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям расходомера Q_{MT100M} , приводят к условиям измерений на поверочной установке $Q_{MT100MST}$ по формуле:

$$Q_{MT100MST} = Q_{MT100M} \frac{P_e T_t z_t}{P_t T_e z_e}, \quad (1)$$

где P_e – давление среды на участке эталонных преобразователей, Па;

P_t – давление среды на участке испытуемых расходомеров, Па;

T_e – температура среды на участке эталонных преобразователей, К;

T_t – температура среды на участке испытуемых счетчиков, К;

z_t – фактор сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке испытываемых счетчиков;

z_e – фактор сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Определяют относительную погрешность расходомера в процентах по формуле:

$$\delta = \frac{Q_{MT100MST} - Q_{M_{St}}}{Q_{M_{St}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $Q_{M_{St}}$ – расход по показаниям эталонной установки, м³/ч.

$Q_{MT100MST}$ – объемный расход по показаниям поверяемого расходомера, м³/ч.

Примечание: допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему среды.

Расходомер считается прошедшим поверку, если значение относительной погрешности не превышает значений, указанных в описании типа.

10.1.2 Определение метрологических характеристик на поверочной установке при измерении массового расхода газа.

Измерения проводятся при следующих значениях массового расхода $Q_{Mf} : Q_{M \max}, 0,7Q_{M \max}, 0,5Q_{M \max}, 0,3Q_{M \max}$ и $Q_{M \min}$. Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,05Q_{M \max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{M \max}$.

Определяют относительную погрешность расходомера в процентах по формуле:

$$\delta = \frac{Q_{M_{MT100M}} - Q_{M_{SI}}}{Q_{M_{SI}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $Q_{M_{SI}}$ – расход по показаниям эталонной установки, кг/ч;

$Q_{M_{MT100M}}$ – массовый расход по показаниям поверяемого расходомера, кг/ч.

10.1.3 Расходомер считается прошедшим поверку, если значение относительной погрешности не превышает значений, указанных в описании типа.

10.2 Процедура поверки расходомера имитационным методом

Демонтаж расходомера в рамках данного метода не требуется. Проводится отдельная проверка измерительного модуля (ИМ) и электронного блока (ЭБ).

10.2.1 Проверка блока электроники

10.2.1.1 Проверяется правильность серийного номера прибора и протокола Delta 'R, который является приложением к паспорту.

Выключается питание расходомера.

10.2.1.2. Подключаются два магазина сопротивлений. Подключение производится для клеммы, соединенной с сенсором.

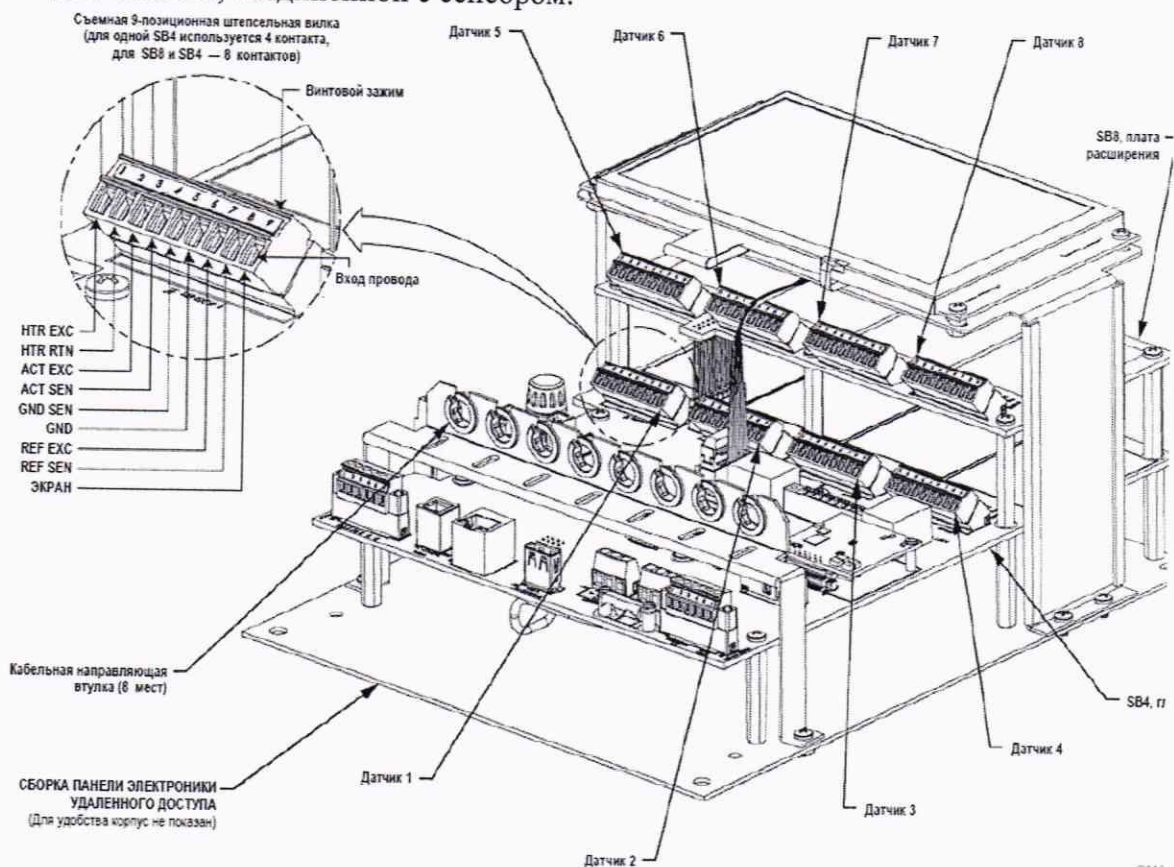


Рисунок 1 – Клемма для подключения магазина сопротивления

Первый магазин сопротивлений подключается в качестве опорного сенсора, второй – в качестве активного сенсора, как показано на рисунке 2

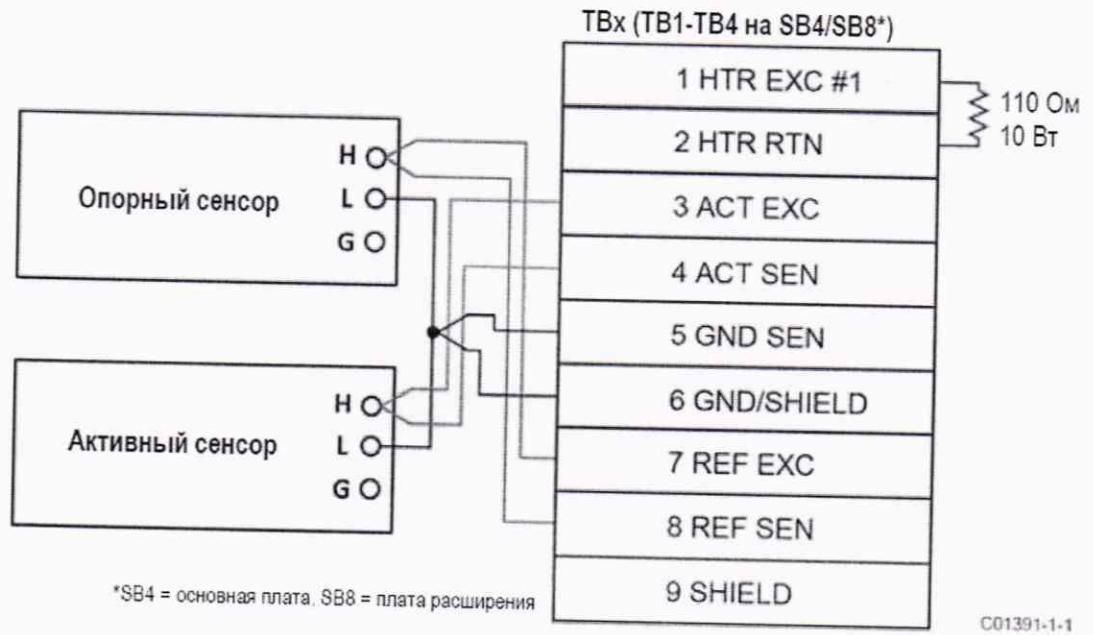


Рисунок 2 – Схема подключения магазинов сопротивлений к расходомеру

Для многосенсорных версий процедура проводится для каждого из сенсоров, при этом необходимо отключить незадействованные сенсоры в сервисном ПО, как указано на рисунке 5 в разделе Factory (заводские настройки) и подразделе Options (опции). Для сохранения настроек необходимо ввести заводской пароль 9339.

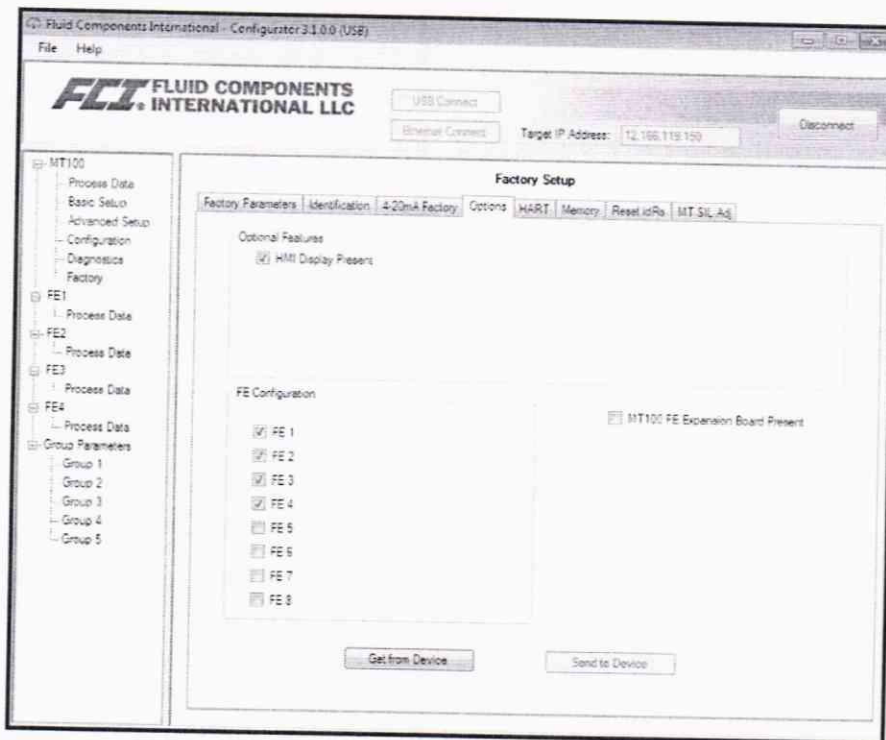


Рисунок 3 – Экранная форма сервисное меню, раздела с отключением/подключением сенсоров

10.2.2.1.3 Устанавливается значение сопротивления на магазинах сопротивлений 1000 Ом

10.2.2.1.4 Включается питание расходомера. Для стабилизации показаний выжидается несколько минут.

10.2.2.1.5 На пассивном магазине сопротивлений («Reference» на рисунке 2 и 3) сопротивление остается неизменным во время поверки ($R_0=1000$ Ом). На активном магазине устанавливается такое сопротивление R_1 , которое соответствует первому значению Delta 'R, определяемое как $\Delta R = R_1 - R_0$, указанное в протоколе Delta 'R (приложение к паспорту, рисунок 4).

FCT FLUID COMPONENTS INTERNATIONAL LLC
 1755 La Costa Meadows Drive, San Marcos, California 92078
 (760) 744-6950 (800) 854-1993 FAX: (760) 736-6250
 www.fluidcomponents.com

ST50 Delta 'R
Version 6.05ST50 EPROM

C#:	C095993	Serial:	671595	Equipment	Equip. #	Cal. Due
Cust.:	NTA--PROM LTD	Date:	June 25, 2019	(Act):	EL-825	25-Oct-19
Tag:	N/A	TagR1:	N/A	(Ref):	EL-317	28-Jun-19
TagL2:	N/A	TagR2:	N/A	DVM:	EL-859	14-Jan-20
TagL3:	N/A	TagR3:	N/A	250 ohm:	EL-852	27-Nov-19

Nominal Sensor Resistance:	1000 Ω
Indicated Temperature at Nominal Resistance:	-0.10 C

Notes: ST50, calibration group 1.

Test Tech.:	224
-------------	-----

Delta 'R (ohms)	VDC Across 250 ohms	mA Output	Unit dR	Indicated Display
126.87	1.000	4.00	126.921	0.000 SCMH
124.87	1.100	4.40	124.940	25.32 SCMH
69.45	1.992	7.97	69.480	248.9 SCMH
59.30	2.990	11.96	59.310	498.1 SCMH
54.07	3.995	15.98	54.060	748.7 SCMH
50.67	4.973	19.89	50.620	993.4 SCMH

EPROM Information

Version	6.05ST50
---------	----------

Date	10/16/2018
------	------------

Checksum	N/A
----------	-----

Рисунок 4 – Пример диагностических данных из протокола Delta 'R (приложение к паспорту)

Относительная погрешность расходомера в процентах определяется по формуле.

$$\delta = \frac{Q_{MT} - Q_{пасп}}{Q_{пасп}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где Q_{MT} – объемный, массовый расход газа или скорость потока, измеренная блоком электроники расходомера;

$Q_{пасп}$ – объемный, массовый расход газа или скорость потока, указанные в паспорте

Допустимая относительная погрешность δ между индицируемым значением расхода и табличным значением не должна превышать $\pm 2,5\%$.

10.2.2 Проверка сенсора

10.2.2.1 Отключается питание прибора и откройте заднюю крышку корпуса.

10.2.2.2 Отсоединяется кабель сенсора от электронной платы расходомера и выжидается несколько минут для стабилизации.

10.2.2.3 Калибратор настраивается на режим измерения сопротивления в Ом.

10.2.2.4 Калибратор подключается между соединениями для пассивного сенсора $R_{\text{пас}}$ REF EXC и GND SEN и проводятся измерения сопротивления между контактами. Значение фиксируются в протоколе.

10.2.2.5 Калибратор подключается между соединениями для активного сенсора $R_{\text{акт}}$ ACT EXC и GND SEN и проводятся измерения сопротивления между контактами. Значение фиксируются в протоколе.

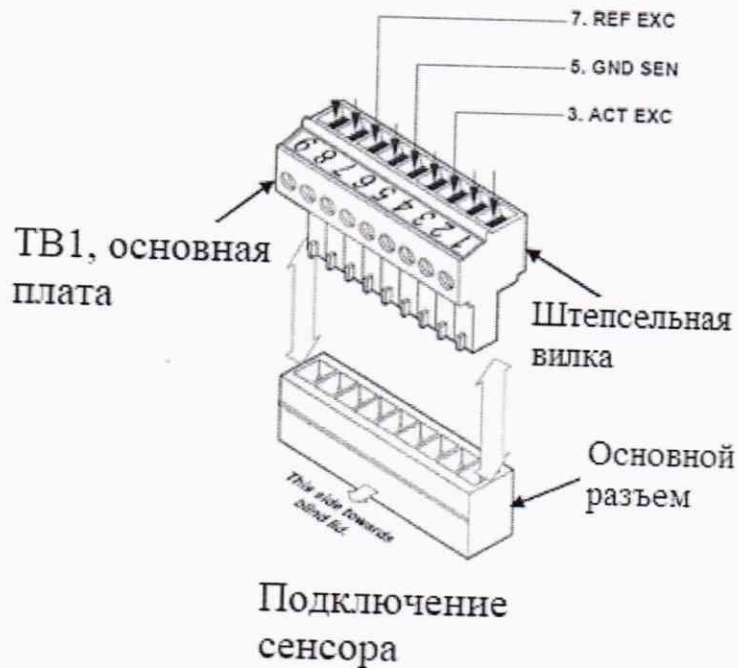


Рисунок 5 – Схема подключения для моделей МТ100М

10.2.2.6 Рассчитывается значение абсолютной погрешности между измеренными значениями сопротивлений на активном и пассивном сенсоре по формуле.

$$\Delta R = |R_{\text{акт}} - R_{\text{пас}}|. \quad (5)$$

Проверку сенсора считается успешно пройденной, если абсолютная погрешность между измеренными значениями сопротивлений на активном и пассивном сенсоре не превышает 20 Ом.

Если расходомер имеет несколько сенсоров, то процедура повторяется для каждого их них.

10.2.3 Расходомер считается успешно прошедшим процедуру определения метрологических характеристик, если он успешно прошел проверку блока электроники и проверку сенсора.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе «Определение метрологических характеристик средства измерений» с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа.

Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики, полученные в п.10, соответствуют приведенным в описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

12.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении).

12.3 При положительных результатах поверки расходомер признают годным к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд.

12.4 Если расходомер по результатам поверки признан непригодным к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд.