

**КОРРЕКТОРЫ СПГ762****(мод. 762.1, 762.2)****Методика поверки****РАЖГ.421412.027 ПМ2**

РАЗРАБОТАНА: ЗАО НПФ ЛОГИКА (г. Санкт-Петербург)

СОГЛАСОВАНА: ГЦИ СИ ФГУП ВНИИМС (г.Москва)

Лист утверждения РАЖГ.421412.027 ПМ2 – ЛУ

## Содержание

Введение .....	4
1 Операции поверки.....	4
2 Условия поверки .....	4
3 Средства поверки .....	4
4 Требования безопасности .....	5
5 Поверка .....	5
5.1 Внешний осмотр .....	5
5.2 Испытание электрической прочности изоляции.....	5
5.3 Измерение электрического сопротивления изоляции.....	6
5.4 Опробование.....	6
5.5 Проверка соответствия погрешности допускаемым пределам.....	7
5.6 Оформление результатов .....	10
Приложение 1 Функции преобразования и вычислительные формулы.....	11
Приложение 2 Поверочная база данных .....	18

## Введение

Настоящая методика распространяется на корректоры СПГ762 (мод. 762.1, 762.2; далее – приборы), изготавливаемые по ТУ 4217-058-23041473-2007.

Поверке подвергается каждый прибор при выпуске из производства, при эксплуатации и после ремонта. При эксплуатации поверку проводят с периодичностью один раз в четыре года.

К поверке допускаются приборы без установленной крышки монтажного отсека.

В случае необходимости проверки приборов при значениях входных сигналов, отличных от установленных в настоящей методике, следует определить новые расчетные значения контролируемых параметров по функциям преобразования входных сигналов и вычислительным формулам, приведенным в приложении 1.

Настоящая методика ориентирована на автоматизированную поверку; поверитель должен обладать навыками работы на персональном компьютере.

## 1 Операции поверки

При поверке выполняют операции, перечень и последовательность проведения которых приведены в таблице 1.1 (знаком "+" отмечены позиции, по которым испытания проводят, знаком "-" – позиции, по которым испытания не проводят).

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование	Пункт методики	При выпуске из производства и после ремонта	При эксплуатации
Внешний осмотр	5.1	+	+
Испытание электрической прочности изоляции	5.2	+	-
Измерение электрического сопротивления изоляции	5.3	+	+
Опробование	5.4	+	+
Проверка соответствия погрешности допускаемым пределам	5.5	+	+

## 2 Условия поверки

Испытания проводят при любых значениях факторов:

- температура окружающего воздуха – от 18 до 28 °С;
- относительная влажность – от 30 до 80 %;
- напряжение питания – 220 В ± 30 %.

## 3 Средства поверки

При поверке используются следующие средства измерений и оборудование:

- стенд СКС6 (РАЖГ.441461.021)..... 1 шт.;
- коннектор К164 (РАЖГ.685611.212, в комплекте СКС6)..... 3 шт.
- коннектор К196 (РАЖГ.685611.245 ПС)..... 1 шт.;

- коннектор К200 (РАЖГ.685611.249 ПС).....	1 шт.;
- коннектор К201 (РАЖГ.685611.250 ПС).....	1 шт.;
- коннектор К255 (РАЖГ.685611.304 ПС).....	1 шт.;
- коннектор К258 (РАЖГ.685611.307 ПС).....	1 шт.;
- заглушка Ф44 (РАЖГ.685611.128 ПС).....	1 шт.;
- заглушка Ф45 (РАЖГ.685611.129 ПС).....	1 шт.;
- заглушка Ф56 (РАЖГ.685611.140 ПС).....	1 шт.;
- заглушка Ф67 (РАЖГ.685611.151 ПС).....	4 шт.;
- компьютер (Win 98/XP, два свободных СОМ-порта).....	1 шт.;
- адаптер АПС70 (РАЖГ.426477.031).....	1 шт.;
- программа ТЕХНОЛОГ <sup>1</sup> (РАЖГ.00198-12).....	1 шт.;
- мегаомметр М100/1 <sup>2</sup> (0-500 МОм, 100 В, КТ 5,0).....	1 шт.;
- установка для испытания электрической прочности изоляции УПУ-10М <sup>2</sup> (0-1,5 кВ).....	1 шт.

## 4 Требования безопасности

При поверке следует соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

## 5 Поверка

### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- наличие паспорта;
- сохранность пломб изготовителя или его официального представителя;
- сохранность (читаемость) маркировки на лицевой панели и внутри монтажного отсека.

### 5.2 Испытание электрической прочности изоляции

Испытание проводят на установке мощностью не менее 0,1 кВ·А на стороне высокого напряжения, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 12997-84.

Соединяют между собой все контакты разъемов испытуемых цепей согласно таблице 5.1. Допускается применять технологические заглушки, в которых выполнены все указанные соединения.

Прикладывают испытательное напряжение поочередно к цепям согласно таблице 5.2. Напряжение следует повышать плавно, начиная с нуля, в течение времени не более 30 с. Изоляцию выдерживают под испытательным напряжением 1 мин, затем напряжение снижают до нуля. Во время проверки не должно наблюдаться пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда или шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов.

<sup>1</sup> Содержится на компакт-диске, поставляемом с каждым прибором.

<sup>2</sup> Допускается использовать иное оборудование с характеристиками не хуже указанных.

Таблица 5.1 – Состав испытываемых цепей

Наименование цепи	Обозначение разъема	Применяемая заглушка
Силовая	X1	Ф56
RS232C	X2	Ф44
RS485/1	X3	Ф67
RS485/2	X4	Ф67
Входная	X7-X22	Ф45
Сигнализация (вход)	X5	Ф67
Сигнализация (выход)	X6	Ф67

Таблица 5.2 – Режимы испытания электрической прочности изоляции

Испытуемые цепи	Испытательное напряжение [В]
Силовая – RS485/1, RS232C, RS485/2, входные, сигнализация (вход), сигнализация (выход)	1500
RS485/1 – RS232C, RS485/2, входная, сигнализация (вход), сигнализация (выход)	500
RS232C – RS485/2, входная, сигнализация (вход), сигнализация (выход)	500
RS485/2 – входная, сигнализация (вход), сигнализация (выход)	500
Входная – сигнализация (вход), сигнализация (выход)	500
Сигнализация (вход) – сигнализация (выход)	500

### 5.3 Измерение электрического сопротивления изоляции

Выполняют те же, что в 5.2 соединения контактов разъемов испытываемых цепей.

Подключают мегаомметр поочередно между каждой парой цепей. Отсчет показаний проводят по истечении 1 мин после приложения напряжения к испытываемым цепям или меньшего времени при установившихся показаниях. Показания мегаомметра должны составлять не менее 200 МОм.

### 5.4 Опробование

5.4.1 Эту и последующие проверки проводят по схеме, приведенной на рисунке 5.1, если не указано иное. Проверки осуществляются под управлением программы ТЕХНОЛОГ, в виде последовательности тестов, в процессе прохождения которых на мониторе компьютера отображаются ход выполнения операций, указания и сообщения для оператора.

Запускают на компьютере программу ТЕХНОЛОГ, и в ее настройках устанавливают профиль "СПГ762.1/2-поверка". Затем выбирают в панели инструментов программы команду "Выполнить выбранные тесты" (кнопка ⇨), в результате чего начинается выполнение тестов. Если очередной тест закончен успешно, следующий запускается автоматически; при отрицательном результате очередного теста проверки по оставшимся не проводятся.

Для выполнения проверок в прибор должны быть введены настроечные параметры (поверочная база данных), которые автоматически, при запуске тестов, загружаются из его энергонезависимой памяти. Перечень используемых настроечных параметров приведен в приложении 2.

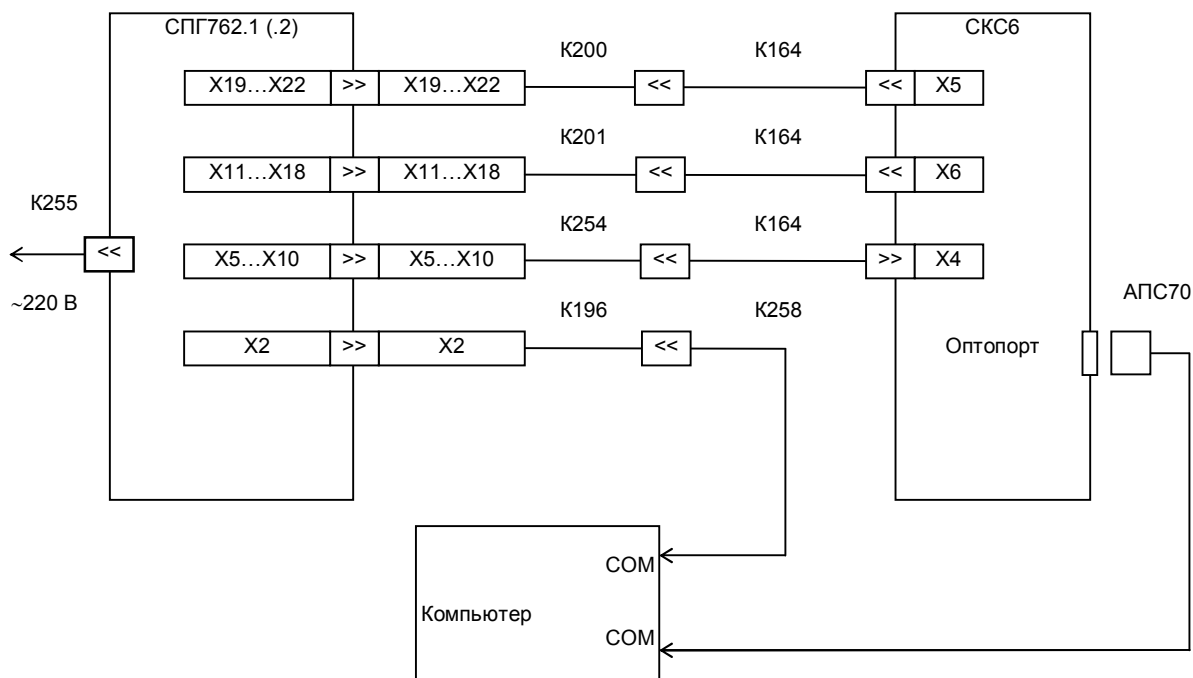


Рисунок 5.1 – Схема проверки

5.4.2 При опробовании осуществляется проверка защиты данных от изменений, которая выполняется в тесте "Защита".

В ходе теста осуществляется попытка изменения параметра 008 при каждом положении переключателя защиты данных. Переключатель устанавливают вручную в верхнее или нижнее положение, руководствуясь указаниями на мониторе.

## 5.5 Проверка соответствия погрешности допускаемым пределам

5.5.1 Проверка соответствия допускаемым пределам погрешности измерения времени выполняется в тесте "Измерение времени".

В ходе теста контролируется значение периода выходного сигнала таймера на контакте X2:4, которое должно лежать в диапазоне 2999,750...3000,250 мс (расчетное значение – 3000,000 мс).

5.5.2 Проверка соответствия допускаемым пределам погрешности измерений входных сигналов осуществляется в тестах "Прямые измерения (срез 1)", "Прямые измерения (срез 3)" и "Прямые измерения (срез 5)".

На стенде устанавливаются поочередно наборы значений сигналов согласно таблицам 5.3-5.5, и для каждого набора, не ранее чем через десять секунд после установки, контролируются измеренные значения параметров, перечисленных в этих таблицах, на соответствие допускаемым значениям, указанным там же.

Таблица 5.3 – Тест "Прямые измерения (срез 1)"

Значение сигналов на стенде	Параметр	Расчетное значение	Диапазон допускаемых показаний
R=79,7 Ом I0=0,025 мА I1=0,025 мА I2=0,025 мА I3=0,025 мА F0=0,610351 Гц F1=0,610351 Гц	Тт1, Тт4, Тт7, Тт10 [°С]	-51,52	-51,62 ... -51,42
	Тт2, Тт5, Тт8, Тт11 [°С]	-50,75	-50,85 ... -50,65
	Тт3, Тт6, Тт9, Тт12 [°С]	-47,13	-47,23 ... -47,03
	Тнв [°С]	-47,13	-47,23 ... -47,03
	$\Delta P_{т1}, \Delta P_{т7}$ [кПа]	0,5	0,4 ... 0,6
	Pт1, Pт2, Pт7, Pт8 [МПа]	0,005	0,004 ... 0,006
	Фит1-Фит12 [%]	0,5	0,4 ... 0,6
	Qот2, Qот8 [м <sup>3</sup> /ч]	5	4 ... 6
	Qот3, Qот5, Qот9, Qот11 [м <sup>3</sup> /ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066
	gt4, gt6, gt10, gt12 [кг/ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066

Таблица 5.4 – Тест "Прямые измерения (срез 3)"

Значение сигналов на стенде	Параметр	Расчетное значение	Диапазон допускаемых показаний
R=110,4 Ом I0=5 мА I1=5 мА I2=5 мА I3=5 мА F0=19,53125 Гц F1=19,53125 Гц	Тт1, Тт4, Тт7, Тт10 [°С]	26,72	26,62 ... 26,82
	Тт2, Тт5, Тт8, Тт11 [°С]	26,30	26,20 ... 26,40
	Тт3, Тт6, Тт9, Тт12 [°С]	24,30	24,20 ... 24,40
	Тнв [°С]	24,30	24,20 ... 24,40
	$\Delta P_{т1}, \Delta P_{т7}$ [кПа]	100,0	99,9 ... 100,1
	Pт1, Pт2, Pт7, Pт8 [МПа]	1,000	0,999 ... 1,001
	Pт3-Pт6, Pт9-Pт12 [МПа]	0,1	0,0992 ... 0,1008
	P <sub>6</sub> [МПа]	0,01	0,00992 ... 0,01008
	Фит1-Фит12 [%]	100,0	99,9 ... 100,1
	$\rho_{т1}, \rho_{т7}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	0,6720	0,6669 ... 0,6768
	$\rho_{т2}, \rho_{т8}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	0,6125	0,6124 ... 0,6126
	Qот2, Qот8 [м <sup>3</sup> /ч]	1000	999 ... 1001
	Qот3, Qот5, Qот9, Qот11 [м <sup>3</sup> /ч]	19,531	19,521 ... 19,541
gt4, gt6, gt10, gt12 [кг/ч]	19,531	19,521 ... 19,541	

Таблица 5.5 – Тест "Прямые измерения (срез 5)"

Значение сигналов на стенде	Параметр	Расчетное значение	Диапазон допускаемых показаний
R=141,2 Ом I0=20 мА I1=20 мА I2=20 мА I3=20 мА F0=312,5 Гц F1=312,5 Гц	Тт1, Тт4, Тт7, Тт10 [°С]	107,11	107,00 ... 107,21
	Тт2, Тт5, Тт8, Тт11 [°С]	105,44	105,34 ... 105,54
	Тт3, Тт6, Тт9, Тт12 [°С]	96,26	96,16 ... 96,77
	Тнв [°С]	96,26	96,16 ... 96,42
	$\rho_{т1}, \rho_{т7}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	10,000	9,995 ... 10,005
	$\rho_{т2}, \rho_{т8}$ [кг/м <sup>3</sup> ]	0,8000	0,7999 ... 0,8001
	Pт3-Pт6, Pт9-Pт12 [МПа]	1,6000	1,5992 ... 16,0080
	P <sub>6</sub> [МПа]	0,16000	0,15992 ... 0,16008
	Qот3, Qот5, Qот9, Qот11 [м <sup>3</sup> /ч]	312,50	312,34 ... 312,66
	gt4, gt6, gt10, gt12 [кг/ч]	312,50	312,34 ... 312,66



5.5.3 Проверка соответствия допускаемым пределам погрешности вычислений выполняется в тесте "Вычисления".

На стенде устанавливаются значения  $R=673,3 \text{ Ом}$ ,  $\{I_0, I_1\}=10 \text{ мА}$ ,  $\{I_2, I_3\}=0,025 \text{ мА}$ ,  $\{F_0, F_1\}=1250 \text{ Гц}$ . В приборе выполняется команда СБРОС, вводится время пуска  $021=09-53-00$  и выполняется команда ПУСК. Далее постоянно контролируется значение параметра 021, и после того как  $021 \geq 10-00-10$ , контролируются значения суточных архивных параметров, перечисленных в таблице 5.6, на соответствие допускаемым значениям, указанным там же.

Таблица 5.6 – Тест "Вычисления"

Параметр		Расчетное значение	Диапазон допускаемых показаний
Qt1, Qt7	[м <sup>3</sup> /ч]	19605,7	19601,8 ... 19609,6
Qt2, Qt8		9008,12	9006,32 ... 9009,92
Qt3, Qt9		3599,57	3598,85 ... 3600,29
Qt4, Qt10		240,696	240,648 ... 240,744
Qt5, Qt11		3808,59	3807,83 ... 3809,35
Qt6, Qt12		300,483	300,423 ... 300,543
Qп1		39211,4	39203,6 ... 39219,2
Qп6	600,966	600,846 ... 601,086	
Gт1, Gт7	[кг/ч]	13329,9	13327,2 ... 13332,6
Gт2, Gт8		6124,62	6123,39 ... 6125,84
Gт3, Gт9		4193,11	4192,27 ... 4193,95
Gт4, Gт10		400,000	399,920 ... 400,080
Gт5, Gт11		4150,98	4150,15 ... 4151,81
Gт6, Gт12		400,000	399,920 ... 400,080
Gп1		26659,8	26654,5 ... 26665,1
Gп6	800,000	799,840 ... 800,160	
Vт1, Vт7	[м <sup>3</sup> ]	1960,57	1960,18 ... 1960,96
Vт2, Vт8		900,812	900,632 ... 900,992
Vт3, Vт9		359,957	359,885 ... 360,029
Vт4, Vт10		24,0696	24,0648 ... 24,0744
Vт5, Vт11		380,859	380,783 ... 380,935
Vт6, Vт12		30,0483	30,0423 ... 30,0543
Vп1		3921,14	3920,36 ... 3921,92
Vп6	60,0966	60,0846 ... 60,1086	
Mт1, Mт7	[кг]	1332,99	1332,72 ... 1333,26
Mт2, Mт8		612,462	612,339 ... 612,584
Mт3, Mт9		419,311	419,227 ... 419,395
Mт4, Mт10		40,0000	39,9920 ... 40,0080
Mт5, Mт11		415,098	415,015 ... 415,181
Mт6, Mт12		40,0000	39,9920 ... 40,0080
Mп1		2665,98	2665,45 ... 2666,51
Mп6	80,0000	79,9840 ... 80,0160	

## 5.6 Оформление результатов

Результаты поверки оформляют записью в паспорте прибора, в разделе "Сведения о поверке"; запись удостоверяют подписью поверителя. При положительных результатах поверки проставляют поверительное клеймо в паспорте прибора и на пломбе, расположенной на задней стенке прибора.

# Приложение 1

## Функции преобразования и вычислительные формулы

П1.1 Номинальная функция преобразования сигналов сопротивления, соответствующих температуре, выражается характеристиками термопреобразователей Pt100, Pt50, 100П, 50П, 100М и 50М.

П1.2 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих температуре, выражается формулой

$$T = T_{\text{нн}} + K_T \cdot \{(T_{\text{вн}} - T_{\text{нн}}) \cdot (J_T - J_{\text{нн}}) / (J_{\text{вн}} - J_{\text{нн}}) - T_{\text{см}}\} \quad (\text{П1.1})$$

где

- $T$  – температура, °С;
- $T_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона измерений температуры, °С;
- $T_{\text{нн}}$  – нижний предел диапазона измерений температуры, °С;
- $J_T$  – входной сигнал, соответствующий температуре, мА;
- $J_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{\text{нн}}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $T_{\text{см}}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, °С;
- $K_T$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.3 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих объемному расходу, выражается формулой

$$Q_0 = K_Q \cdot (Q_{\text{вн}} \cdot (J_Q - J_{\text{нн}}) / (J_{\text{вн}} - J_{\text{нн}}) - Q_{\text{см}}) \quad (\text{П1.2})$$

где

- $Q_0$  – объемный расход при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;
- $Q_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;
- $J_Q$  – входной сигнал, соответствующий объемному расходу, мА;
- $J_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{\text{нн}}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $Q_{\text{см}}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, м<sup>3</sup>/ч;
- $K_Q$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.4 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих массовому расходу, выражается формулой

$$g = K_g \cdot (g_{\text{вн}} \cdot (J_g - J_{\text{нн}}) / (J_{\text{вн}} - J_{\text{нн}}) - g_{\text{см}}) \quad (\text{П1.3})$$

где

- $g$  – массовый расход, т/ч;
- $g_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона измерений массового расхода, т/ч;
- $J_g$  – входной сигнал, соответствующий массовому расходу, мА;
- $J_{\text{вн}}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{\text{нн}}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $g_{\text{см}}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, т/ч;
- $K_g$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.5 Номинальная функция преобразования сигналов частоты, соответствующих объемному расходу, выражается формулами

$$Q_0 = K_Q \cdot (Q_{ВН} \cdot (F_Q - F_{НН}) / (F_{ВН} - F_{НН}) - Q_{СМ}) \quad (\text{П1.4})$$

$$Q_0 = K_{ПР} \cdot K_T \cdot K_\varepsilon \cdot F_Q \quad - \text{ для расходомеров ИРВИС-К-300} \quad (\text{П1.5})$$

где

$Q_0$  – объемный расход рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{ВН}$  – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м<sup>3</sup>/ч;

$F_Q$  – входной сигнал, соответствующий объемному расходу, Гц;

$F_{ВН}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;

$F_{НН}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;

$Q_{СМ}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, м<sup>3</sup>/ч;

$K_Q$  – поправка на крутизну характеристики преобразования;

$K_{ПР}$  – коэффициент, м<sup>3</sup>·с/ч; вычисляется по индивидуальным градуировочным характеристикам расходомера ИРВИС-К-300;

$K_\varepsilon$  – коэффициент расширения газа; вычисляется по ФР.1.29.2003.00885;

$K_T$  – поправка на температурное расширение материала расходомера.

П1.6 Номинальная функция преобразования сигналов частоты, соответствующих массовому расходу, выражается формулой

$$g = K_g \cdot (g_{ВН} \cdot (F_g - F_{НН}) / (F_{ВН} - F_{НН}) - g_{СМ}) \quad (\text{П1.6})$$

где

$g$  – массовый расход, т/ч;

$g_{ВН}$  – верхний предел диапазона измерений массового расхода, т/ч;

$F_g$  – входной сигнал, соответствующий массовому расходу, Гц;

$F_{ВН}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;

$F_{НН}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;

$g_{СМ}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, т/ч;

$K_g$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.7 Номинальная функция преобразования импульсных сигналов, соответствующих объему, выражается формулой

$$V = q_{И} \cdot n \quad (\text{П1.7})$$

где

$V$  – объем, м<sup>3</sup>;

$q_{И}$  – цена импульса, м<sup>3</sup>;

$n$  – количество импульсов, поступившее на вход прибора.

П1.8 Номинальная функция преобразования импульсных сигналов, соответствующих массе, выражается формулой

$$M = g_{И} \cdot n \quad (\text{П1.8})$$

где

$M$  – масса, т;

$g_{И}$  – цена импульса, т;

$n$  – количество импульсов, поступившее на вход прибора.

П1.9 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих перепаду давления, выражается формулой

$$\Delta P = K_{\Delta P} \cdot (\Delta P_{\text{ВН}} \cdot (|J_{\Delta P} - J_{\text{НН}}|^{\gamma-1}) \cdot (J_{\Delta P} - J_{\text{НН}}) / (J_{\text{ВН}} - J_{\text{НН}})^{\gamma} - \Delta P_{\text{СМ}}) \quad (\text{П1.9})$$

где

- $\Delta P$  – перепад давления, кПа (кгс/м<sup>2</sup>);
- $\Delta P_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона измерений перепада давления, кПа (кгс/м<sup>2</sup>);
- $J_{\Delta P}$  – входной сигнал, соответствующий перепаду давления, мА;
- $J_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{\text{НН}}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $\gamma$  – показатель степени;  $\gamma = 1$  при линейной характеристике преобразователя перепада давления,  $\gamma = 2$  – при квадратичной;
- $\Delta P_{\text{СМ}}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, кПа (кгс/м<sup>2</sup>);
- $K_{\Delta P}$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.10 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих давлению (абсолютному, избыточному, барометрическому), выражается формулой

$$P = K_P \cdot (P_{\text{ВН}} \cdot (J_P - J_{\text{НН}}) / (J_{\text{ВН}} - J_{\text{НН}}) - P_{\text{СМ}}) + P_{\text{СТ}} \quad (\text{П1.10})$$

где

- $P$  – давление, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);
- $P_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона измерений давления, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);
- $J_P$  – входной сигнал, соответствующий давлению, мА;
- $J_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{\text{НН}}$  – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $P_{\text{СТ}}$  – поправка на высоту водяного столба в импульсной трубке, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);
- $P_{\text{СМ}}$  – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);
- $K_P$  – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.11 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих плотности, выражается формулой

$$\rho = \rho_{\text{НН}} + (\rho_{\text{ВН}} - \rho_{\text{НН}}) \cdot (J_{\rho} - J_{\text{НН}}) / (J_{\text{ВН}} - J_{\text{НН}}) \quad (\text{П1.11})$$

где

- $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона измерений плотности, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{\text{НН}}$  – нижний предел диапазона измерений плотности, кг/м<sup>3</sup>;
- $J_{\text{ВН}}$  – верхний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{\text{НН}}$  – нижний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{\rho}$  – входной сигнал, соответствующий плотности, мА.

П1.12 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих относительной влажности, выражается формулой

$$\Phi = \Phi_{\text{НН}} + (\Phi_{\text{ВН}} - \Phi_{\text{НН}}) \cdot (J_{\Phi} - J_{\text{НН}}) / (J_{\text{ВН}} - J_{\text{НН}}) \quad (\text{П1.12})$$

где

- $\varphi$  – относительная влажность газа, %;
- $\varphi_{ВН}$  – верхний предел диапазона измерений относительной влажности, %;
- $\varphi_{НН}$  – нижний предел диапазона измерений относительной влажности, %;
- $J_{ВН}$  – верхний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{НН}$  – нижний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{\varphi}$  – входной сигнал, соответствующий относительной влажности газа, мА.

П1.13 Вычисление массового расхода влажного газа при рабочих условиях при применении метода переменного перепада давления выполняется по формулам:

$$G_{ВГМ} = 3,6 \cdot C \cdot E \cdot \varepsilon \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \cdot K_{Ш} \cdot K_{П} \cdot (0,002 \cdot \Delta P \cdot \rho_{РВГ})^{1/2} \quad \text{– для сужающих устройств} \quad (\text{П1.13})$$

$$G_{ВГМ} = \rho_{РВГ}^{1/2} \cdot \rho_{ВД}^{-1/2} \cdot \{1 + 0,000189 \cdot (T - 20)\} \cdot k \cdot \Delta P \quad \text{– для устройств Gilflo} \quad (\text{П1.14})$$

$$G_{ВГМ} = 3,6 \cdot A \cdot \varepsilon \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot (0,002 \cdot \Delta P \cdot \rho_{РВГ})^{1/2} \quad \text{– для напорных устройств} \quad (\text{П1.15})$$

$$\varepsilon = 1 - V_{Н} \cdot \Delta P / (P_{а} \cdot k \cdot 1000) \quad \text{– для напорных устройств Annubar} \quad (\text{П1.16})$$

$$d = d_{20} \cdot \{1 + \beta_{Д} \cdot (T - 20)\} \quad (\text{П1.17})$$

$$\rho_{РВГ} = \rho_{РСГ} + \varphi \cdot \rho_{ВП,МАХ} \quad (\text{П1.18})$$

$$\rho_{РСГ} = 2893,1655 \cdot \rho_{С} \cdot \{P_{а} - \varphi \cdot \rho_{ВП,МАХ}\} / \{(T + 273,15) \cdot K\} \quad (\text{П1.19})$$

где

- $G_{ВГМ}$  – массовый расход при рабочих условиях, кг/ч;
- $E$  – коэффициент скорости входа; вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005... ГОСТ 8.586.5-2005;
- $C$  – коэффициент истечения; вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005;
- $\varepsilon$  – коэффициент расширения; в зависимости от типа сужающего устройства вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005, РД 50-411-83 или по (П1.16);
- $d$  – диаметр отверстия сужающего устройства при рабочей температуре, мм;
- $\Delta P$  – перепад давления на сужающем устройстве, кПа;
- $\rho_{РВГ}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>; измеряется либо вычисляется по (П1.18);
- $\rho_{РСГ}$  – плотность при рабочих условиях сухой части влажного газа, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{С}$  – плотность сухого газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;
- $\rho_{ВД}$  – плотность воды при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;
- $\varphi$  – относительная влажность, в долях единицы;
- $P_{ВП,МАХ}$  – максимальное давление водяного пара, содержащегося в газе, МПа;<sup>1</sup>
- $\rho_{ВП,МАХ}$  – максимальная плотность водяного пара, кг/м<sup>3,1</sup>
- $\beta_{Т}$  – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка трубопровода, 1/°С;

<sup>1</sup> Если температура газа больше температуры насыщения водяного пара при рабочем давлении  $P$ , то  $P_{ВП,МАХ}$  принимают равным давлению перегретого пара, а  $\rho_{ВП,МАХ}$  – плотности перегретого пара; если температура газа не больше температуры насыщения водяного пара, то  $P_{ВП,МАХ}$  принимают равным давлению насыщенного пара, а  $\rho_{ВП,МАХ}$  – плотности насыщенного пара.

- $P_a$  – абсолютное давление газа, МПа;  
 $T$  – температура газа, °С;  
 $d_{20}$  – диаметр отверстия сужающего устройства при 20 °С, мм;  
 $D$  – внутренний диаметр трубопровода, мм;  
 $\beta_d$  – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства, 1/°С;  
 $K_{ш}$  – коэффициент шероховатости трубопровода;  
 $K_n$  – коэффициент притупления входной кромки диафрагмы; для других СУ  $K_n=1$ ;  
 $\kappa$  – показатель адиабаты;  
 $K$  – коэффициент сжимаемости;  
 $A$  – коэффициент расхода для напорных устройств;  
 $B_H$  – коэффициент, зависящий от конструкции датчика;  
 $k$  – коэффициент расхода по воде; задается в виде таблицы  $k=f(\Delta P)$ .

П1.14 Вычисление массового расхода влажного газа при применении датчиков объемного расхода выполняется по формуле

$$G_{ВГМ} = A \cdot \{1 + \beta_T \cdot (T - 20)\}^2 \cdot Q_0 \cdot \rho_{РВГ} \quad (\text{П1.20})$$

где

- $G_{ВГМ}$  – массовый расход влажного газа, кг/ч;  
 $A$  – поправочный коэффициент расхода;  $A=(0,8...1,2)$ ;  
 $\beta_T$  – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка трубопровода, 1/°С;  
 $T$  – температура газа, °С;  
 $Q_0$  – объемный расход при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\rho_{РВГ}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>.

П1.15 Вычисление массового расхода сухой части газа выполняется по формуле

$$G_{СГМ} = G_{ВГМ} \cdot (1 - \varphi \cdot \rho_{ВПМАХ} / \rho_{РВГ}) \quad (\text{П1.21})$$

где

- $G_{СГМ}$  – массовый расход сухой части газа, кг/ч;  
 $G_{ВГМ}$  – массовый расход влажного газа при рабочих условиях, кг/ч;  
 $\rho_{ВПМАХ}$  – максимальная плотность водяного пара, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{РВГ}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – относительная влажность, в долях единицы.

П1.16 Вычисление объемного расхода при рабочих и стандартных условиях выполняется по формулам:

$$Q_0 = k \cdot G_{СГМ} / \rho_{СГ} + (1 - k) \cdot G_{ВГМ} / \rho_{РВГ} \quad (\text{П1.22})$$

$$Q = k \cdot G_{СГМ} / \rho_C + (1 - k) \cdot G_{ВГМ} / \rho_{СВГ} \quad (\text{П1.23})$$

где

- $Q_0$  – объемный расход при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q$  – объемный расход при стандартных условиях, м<sup>3</sup>/ч;  
 $G_{СГМ}$  – массовый расход сухой части газа, кг/ч;  
 $G_{ВГМ}$  – массовый расход влажного газа при рабочих условиях, кг/ч;

- $\rho_{PCГ}$  – плотность сухой части газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{CBГ}$  – плотность влажного газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{CBГ}=\rho_{PBГ}$  при T=Tc и P=Pc;  
 $\rho_{PBГ}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_C$  – плотность сухого газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $k$  – коэффициент; при  $k=1$  вычисляется объемный расход сухой части влажного газа, при  $k=0$  – объемный расход влажного газа.

П1.17 Вычисление объема при стандартных условиях выполняется по формулам:

- при использовании преобразователей перепада давления и преобразователей расхода с выходным сигналом частоты и тока

$$V = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt \quad (\text{П1.24})$$

- при использовании преобразователей объемного расхода с импульсным выходным сигналом

$$V = k \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{ВПМАХ}}{\rho_{PBГ}}\right) \cdot \frac{\rho_{PBГ}}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{\rho_{PBГ}}{\rho_{CBГ}} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.25})$$

- при использовании преобразователей массового расхода с импульсным выходным сигналом

$$V = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{ВПМАХ}}{\rho_{PBГ}}\right) \cdot \frac{1}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{1}{\rho_{CBГ}} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.26})$$

где

- $V$  – объем сухого или влажного газа при стандартных условиях, м<sup>3</sup>;  
 $Q$  – объемный расход при стандартных условиях, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\rho_C$  – плотность сухого газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{PBГ}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{CBГ}$  – плотность влажного газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{CBГ}=\rho_{PBГ}$  при T=Tc и P=Pc;  
 $\rho_{ВПМАХ}$  – максимальная плотность водяного пара, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – относительная влажность газа, в долях единицы;  
 $q_{И}$  – цена импульса входного сигнала, м<sup>3</sup>;  
 $g_{И}$  – цена импульса входного сигнала, т;  
 $k$  – коэффициент; при  $k=1$  вычисляется объемный расход сухой части влажного газа, при  $k=0$  – объемный расход влажного газа;  
 $t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала вычислений, ч;  
 $n$  – количество импульсов входного сигнала.

П1.18 Вычисление массы выполняется по формулам:

- при использовании преобразователей перепада давления и преобразователей расхода с выходным сигналом частоты и тока

$$M = \int_{t_1}^{t_2} \{k \cdot G_{BГМ} + (1 - k) \cdot G_{CГМ}\} \cdot dt \quad (\text{П1.27})$$



- при использовании преобразователей объемного расхода с импульсным выходным сигналом

$$M = q_{\text{И}} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left\{ k \cdot \left( 1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{\text{ВПМАХ}}}{\rho_{\text{РВГ}}} \right) \cdot \rho_{\text{РВГ}} + (1 - k) \cdot \rho_{\text{РВГ}} \right\} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.28})$$

- при использовании преобразователей массового расхода с импульсным выходным сигналом

$$M = g_{\text{И}} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left\{ k \cdot \left( 1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{\text{ВПМАХ}}}{\rho_{\text{РВГ}}} \right) + (1 - k) \right\} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.29})$$

где

- $M$  – масса, кг;  
 $G_{\text{СГМ}}$  – массовый расход сухой части газа, кг/ч  
 $G_{\text{ВГМ}}$  – массовый расход влажного газа при рабочих условиях, кг/ч;  
 $\rho_{\text{РВГ}}$  – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\text{ВПМАХ}}$  – максимальная плотность водяного пара, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – относительная влажность газа, в долях единицы;  
 $q_{\text{И}}$  – цена импульса входного сигнала, м<sup>3</sup>;  
 $g_{\text{И}}$  – цена импульса входного сигнала, т;  
 $k$  – коэффициент; при  $k=1$  вычисляется объемный расход сухой части влажного газа, при  $k=0$  – объемный расход влажного газа;  
 $t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала вычислений, ч;  
 $n$  – количество импульсов входного сигнала.

П1.19 Вычисление средних значений температуры, давления, перепада давления и расхода при рабочих условиях выполняется по формуле

$$X_{\text{СР}} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} X \cdot \{r + (1-r) \cdot \sigma(Y - Y_{\text{ОТС}})\} \cdot dt}{r \cdot (t_2 - t_1) + (1-r) \cdot \int_{t_1}^{t_2} \sigma(Y - Y_{\text{ОТС}}) \cdot dt} \quad (\text{П1.30})$$

где

- $X$  – осредняемый параметр;  
 $X_{\text{СР}}$  – среднее значение параметра  $X$ ;  
 $Y$  – объемный расход при рабочих условиях или перепад давления;  
 $Y_{\text{ОТС}}$  – уставка на "отсечку самохода", соответствующая параметру  $Y$ ;  
 $\sigma(Y - Y_{\text{ОТС}})$  – единичная функция;  $\sigma(Y - Y_{\text{ОТС}}) = 1$  при  $Y \geq Y_{\text{ОТС}}$ ,  $\sigma(Y - Y_{\text{ОТС}}) = 0$  при  $Y < Y_{\text{ОТС}}$ ;  
 $t_1, t_2$  – время начала и окончания интервала вычислений, ч;  
 $r$  – константа;  $r = \{0; 1\}$ ; при  $r=1$  осреднение параметра  $X$  ведется независимо от значения параметра  $Y$ , при  $r=0$  осреднение параметра  $X$  ведется только на тех интервалах времени, когда  $Y \geq Y_{\text{ОТС}}$ .

## Приложение 2

### Поверочная база данных

Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение
003=1050100022	037н00=760	102т02н00=12	100т05=5
004=1050002022	037н01=03208	102т02н01=100	101т05н00=4
031н00=111111111111	040н00=20	102т02н02=0	101т05н01=1
031н01=111111	040н01=03304	105т02н00=0	102т05н00=12
012=1	045н01=В00000010	105т02н01=03204	102т05н01=100
020=01-01-07	045н02=060В000000	107т02н00=0,6799	102т05н02=0
021=01-00-00	045н03=061В000000	107т02н01=03205	105т05н00=0
024=10	045н04=063В000000	109т02н00=400	105т05н01=03204
027н00=1	045н05=064В000000	109т02н01=03202	107т05н01=0
027н01=6	045н06=15001В000000	113т02н00=2,001	109т05н00=400
030н00=00	045н07=15007В000000	113т02н01=03203	109т05н01=03403
030н01=0,00001	045н08=171ЕЕВ000000	114т02н00=-3,15	113т05н00=0,9
030н02=0,00001	045н09=154ЕЕВ000000	114т02н01=03302	113т05н01=03207
032к01н00=010	045н10=156ЕЕВ000000	115т02н00=10	114т05н00=16,85
032к01н01=100	045н11=159ЕЕВ000000	115т02н01=0	114т05н01=03302
032к01н05=0	045н12=348ЕВ000000	120т02=5000	115т05н00=10
032к02н00=060	045н13=157ЕЕВ000000	124т02=00	115т05н01=0
032к02н01=1000	045н14=350ЕВ000000	125т02н05=0,8858 <sup>1)</sup>	120т05=5000
032к02н05=0	045н15=165ЕЕВ0000000	125т02н06=0,0668 <sup>1)</sup>	124т05=00
032к03н00=040	045н17=167ЕЕВ000000	125т02н07=0,6799 <sup>1)</sup>	100т06=6
032к03н01=1	045н18=162ЕЕВ000000	125т02н00=0,6799	101т06н00=8
032к04н00=120	045н19=358ЕВ000000	125т02н06=0,8858	101т06н01=0
032к04н01=100	045н20=160ЕЕВ000000	125т02н07=0,0668	102т06н00=12
032к04н02=0,0	045н21=360ЕВ000000	100т03=3	102т06н01=100
032к05н00=102	045н22=021В000000	101т03н00=1	102т06н02=0
032к05н01=0,8	100т01=1	101т03н01=1	105т06н00=0
032к05н02=0,6	101т01н00=0	102т03н00=12	105т06н01=03204
032к06н00=112	101т01н01=0	102т03н01=100	107т06н01=0
032к06н01=10,0	102т01н00=2	102т03н02=0	109т06н00=400
032к06н02=0,05	102т01н01=100	105т03н00=0	109т06н01=03404
032к07н00=042	102т01н02=0,00001	105т03н01=03204	113т06н00=3,997
032к07н01=16	102т01н03=0	107т03н01=0	113т06н01=03207
032к08н00=032	103т01н00=74	109т03н00=400	114т06н00=16,85
032к08н01=0,16	103т01н01=0	109т03н01=03401	114т06н01=03303
033к01н00=023	103т01н02=1,001034	113т03н00=0,9 <sup>1)</sup>	115т06н00=10
033к01н01=110	105т01н00=0	113т03н00=0,9002	115т06н01=0
033к01н02=-60	105т01н01=03204	113т03н01=03207	120т06=5000
033к02н00=043	107т01н00=12,472087	114т03н00=16,85	124т06=00
033к02н01=110	107т01н01=03206	114т03н01=03303	014н00=01-07
033к02н02=-60	110т01н00=60	115т03н00=10	014н00=02-08
033к03н00=063	110т01н01=03201	115т03н01=0	014н00=03-09
033к03н01=110	110т01н02=0	120т03=5000	014н00=04-10

Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение
033к03н02=-60	110т01н03=0	124т03=00	014н00=05-11
033к04н00=063	113т01н00=2,001	100т04=4	014н00=06-12
033к04н01=110	113т01н01=03203	101т04н00=3	301п1=100000100000
033к04н02=-60	114т01н00=50	101т04н01=1	301п2=010000010000
034к01н00=030	114т01н01=03301	102т04н00=12	301п3=001000001000
034к01н01=312,5	115т01н00=10	102т04н01=100	301п4=000100000100
034к01н06=312,5	115т01н01=0	102т04н02=0	301п5=000010000010
034к01н07=0	115т01н02=0	105т04н00=0	301п6=000001000001
034к02н00=020	115т01н03=0	105т04н01=03204	
034к02н01=312,5	120т01=5000	107т04н01=0	
034к02н08=0,000277778	124т01=00	109т04н00=400	
034к02н09=0000,0000	125т01н05=0,8858 <sup>1)</sup>	109т04н01=03402	
034к03н00=010	125т01н06=0,0668 <sup>1)</sup>	113т04н00=2,001	
034к03н01=312,5	125т01н07=0,6799 <sup>1)</sup>	113т04н01=03207	
034к03н08=0,000277778	125т01н00=0,6799	114т04н00=-3,15	
034к03н09=0000,0000	125т01н06=0,8858	114т04н01=03301	
034к04н00=040	125т01н07=0,0668	115т04н00=10	
034к04н01=312,5	100т02=2	115т04н01=0	
034к04н06=312,5	101т02н00=0	120т04=5000	
034к04н07=0	101т02н01=0	124т04=00	

<sup>1)</sup> Для приборов с версией ПО v01 (см. параметр 099)

Параметры, не перечисленные в таблице, могут иметь произвольные значения.