

УТВЕРЖДЕН

РАЖГ.421412.028 ПМ2 – ЛУ

КОРРЕКТОРЫ СПГ763

(мод. 763.1, 763.2)

Методика поверки

РАЖГ.421412.028 ПМ2

Содержание

Введение.....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Условия поверки.....	3
3 Средства поверки.....	3
4 Безопасность.....	4
5 Поверка.....	4
5.1 Внешний осмотр.....	4
5.2 Испытание электрической прочности изоляции.....	4
5.3 Измерение электрического сопротивления изоляции.....	5
5.4 Опробование.....	5
5.5 Проверка соответствия погрешности допускаемым пределам.....	5
5.6 Оформление результатов.....	8
Приложение 1 Функции преобразования и вычислительные формулы.....	9
Приложение 2 Поверочная база данных.....	16

Введение

Настоящая методика распространяется на корректоры СПГ763 (мод. 763.1, 763.2; далее – приборы), изготавливаемые по ТУ 4217-059-23041473-2007.

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 ТЕХНОЛОГ¹ (РАЖГ.00198-12).....1 шт.;
- мегаомметр М100/1² (0-500 МОм, 100 В, КТ 5,0).....1 шт.;
- установка для испытания электрической прочности изоляции УПУ-10М² (0-1,5 кВ).....1 шт.

4 Безопасность

При проведении поверки следует соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "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 испытываемых 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.

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

¹ Содержится на компакт-диске, поставляемом с каждым прибором.

² Допускается использовать иное оборудование с характеристиками не хуже указанных.

Испытуемые цепи	Испытательное напряжение [В]
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 испытуемых цепей.

Подключают мегаомметр поочередно между каждой парой цепей. Отсчет показаний проводят по истечении 1 мин после приложения напряжения к испытуемым 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 "СПГ763.1/2-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.

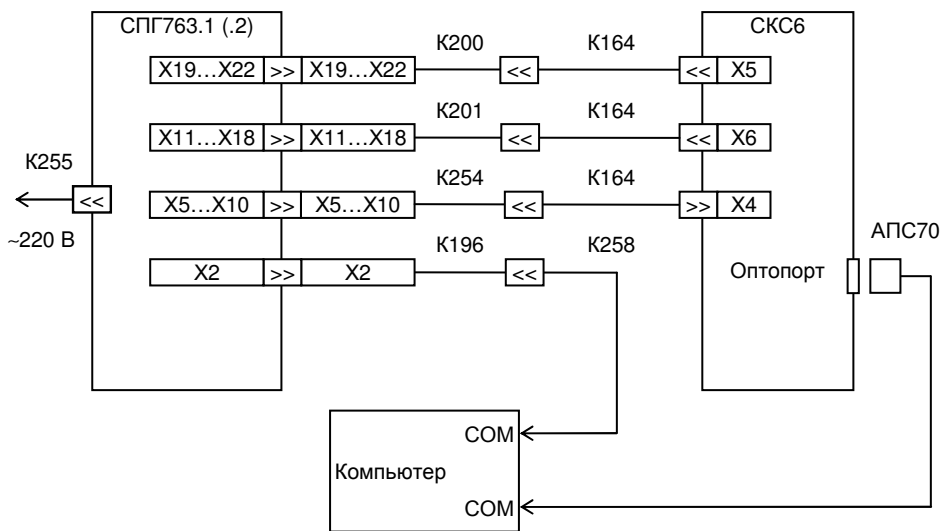


Рисунок 4.1 – Схема проверки

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	Tт1, Tт4, Tт7, Tт10 [°C]	-51,52	-51,62 ... -51,42
	Tт2, Tт5, Tт8, Tт11 [°C]	-50,75	-50,85 ... -50,65
	Tт3, Tт6, Tт9, Tт12 [°C]	-47,13	-47,23 ... -47,03
	Tнв [°C]	-47,13	-47,23 ... -47,03
	ΔPт1, ΔPт7 [кПа]	0,5	0,4 ... 0,6
	Pт2-Pт6, Pт8-Pт12 [МПа]	0,005	0,004 ... 0,006
	Фит4, Фит6, Фит10, Фит12 [%]	0,5	0,4 ... 0,6
	Qот2, Qот8 [м³/ч]	5	4 ... 6
	Qот3, Qот9 [м³/ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066
	Qот4, Qот10 [м³/ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066
	гт5, гт11 [кг/ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066
	гт6, гт12 [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	Tт1, Tт4, Tт7, Tт10 [°C]	26,72	26,62 ... 26,82
	Tт2, Tт5, Tт8, Tт11 [°C]	26,30	26,20 ... 26,40
	Tт3, Tт6, Tт9, Tт12 [°C]	24,29	24,19 ... 24,49
	Tнв [°C]	24,29	24,19 ... 24,49
	ΔPт1, ΔPт7 [кПа]	100,0	99,9 ... 100,1
	Pт2-Pт6, Pт8-Pт12 [МПа]	1,000	0,999 ... 1,001
	Фит4, Фит6, Фит10, Фит12 [%]	100,0	99,9 ... 100,1
	ρт2, ρт5, ρт8, ρт11 [кг/м³]	387,5	387,2 ... 387,8
	mjut2, mjut8 [мкПа·с]	179,69	178,45 ... 180,93
	P6 [МПа]	0,01000	0,00992 ... 0,01008
	Qот2, Qот8 [м³/ч]	1000	999 ... 1001
	Qот3, Qот9 [м³/ч]	19,531	19,521 ... 19,541
	Qот4, Qот10 [м³/ч]	19,531	19,521 ... 19,541
	гт5, гт11 [кг/ч]	19,531	19,521 ... 19,541
гт6, гт12 [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	Tт1, Tт4, Tт7, Tт10 [°C]	107,11	107,00 ... 107,21
	Tт2, Tт5, Tт8, Tт11 [°C]	105,44	105,34 ... 105,54
	Tт3, Tт6, Tт9, Tт12 [°C]	96,26	96,16 ... 96,36
	Tнв [°C]	96,26	96,16 ... 96,36
	ρт2, ρт5, ρт8, ρт11 [кг/м³]	950,0	949,7 ... 950,3
	mjut2, mjut8 [мкПа·с]	2500,00	2498,75 ... 2501,25
	P6 [МПа]	0,16000	0,15992 ... 0,16008
	Qот3, Qот9 [м³/ч]	312,5	312,343 ... 312,656
	Qот4, Qот10 [м³/ч]	312,5	312,343 ... 312,656
	гт5, гт11 [кг/ч]	312,5	312,343 ... 312,656

Значение сигналов на стенде	Параметр	Расчетное значение	Диапазон допустимых показаний
	гт6, гт12 [кг/ч]	312,5	312,343 ... 312,656

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

На стенде устанавливаются значения $R=673,3$ Ом, $\{I_0, I_1\}=10$ мА, $\{I_2, I_3\}=0,025$ мА, $\{F_0, F_1\}=1250$ 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 допустимых показаний	
Qt2, Qt8	[м ³ /ч]	103,52	103,50 ... 103,54	
Qt3, Qt9		28,463	28,458 ... 28,469	
Qt4, Qt10		2339,6	2339,1 ... 2340,1	
Qt5, Qt11		0,7063	0,7062 ... 0,7064	
Qt6, Qt12		304,99	304,93 ... 305,05	
Qп2		207,04	206,99 ... 207,08	
Qп3		56,926	56,915 ... 56,937	
Qп4		4679,2	4678,3 ... 4680,1	
Qп5		1,4126	1,4123 ... 1,4129	
Qп6		609,98	609,86 ... 610,10	
Gт1, Gт7		[кг/ч]	43143	43134 ... 43152
Gт2, Gт8	73279		73264 ... 73294	
Gт3, Gт9	19804		19800 ... 19807	
Gт4, Gт10	3835,0		3834,2 ... 3835,8	
Gт5, Gт11	500,00		499,90 ... 500,10	
Gт6, Gт12	500,00		499,90 ... 500,10	
Gп1	86286		86269 ... 86303	
Gп2	146558		146529 ... 146587	
Gп3	39608		39600 ... 39616	
Gп4	7670,0		7668,5 ... 7671,5	
Gп5	1000,00		999,80 ... 1000,20	
Gп6	1000,00		999,80 ... 1000,20	
Vт2, Vт8	[м ³]		10,352	10,350 ... 10,354
Vт3, Vт9,			2,8463	2,8458 ... 2,8469
Vт4, Vт10			233,96	233,91 ... 234,01
Vт5, Vт11			0,07063	0,07062 ... 0,07064
Vт6, Vт12		30,499	30,493 ... 30,505	
Vп2		20,704	20,699 ... 20,708	
Vп3		5,6926	5,6915 ... 5,6937	
Vп4		467,92	467,83 ... 468,01	
Vп5		0,14126	0,14123 ... 0,14129	
Vп6		60,998	60,986 ... 61,010	
Mт1, Mт7		[кг]	4314,3	4313,4 ... 4315,2
Mт2, Mт8			7327,9	7326,4 ... 7329,4
Mт3, Mт9			1980,4	1980,0 ... 1980,7
Mт4, Mт10			383,50	383,42 ... 383,58
Mт5, Mт11			50,000	49,990 ... 50,010
Mт6, Mт12			50,000	49,990 ... 50,010
Mп1	8628,6		8626,9 ... 8630,3	
Mп2	14656		14653 ... 15003	

Параметр		Расчетное значение	Диапазон допускаемых показаний
Мп3		3960,8	3960,0 ... 3961,6
Мп4		767,00	766,85 ... 767,15
Мп5		100,00	99,98 ... 100,02
Мп6		100,00	99,98 ... 100,02

5.6 Оформление результатов

Результаты поверки оформляются записью в паспорте прибора с указанием результата и даты проведения. Запись удостоверяется подписью поверителя и, при положительных результатах поверки, оттиском клейма поверителя в паспорте 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_{вн} – верхний предел диапазона измерений температуры, °С;
- T_{нн} – нижний предел диапазона измерений температуры, °С;
- J_т – входной сигнал, соответствующий температуре, мА;
- J_{вн} – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- J_{нн} – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- T_{см} – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, °С;
- K_т – поправка на крутизну характеристики преобразования.

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

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

где

- Q_о – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;
- Q_{вн} – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м³/ч;
- J_q – входной сигнал, соответствующий объемному расходу, мА;
- J_{вн} – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- J_{нн} – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- Q_{см} – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, м³/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_{вн} – верхний предел диапазона измерений массового расхода, т/ч;
- J_g – входной сигнал, соответствующий массовому расходу, мА;
- J_{вн} – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- J_{нн} – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- g_{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 при рабочих условиях, выражается формулами

$$Q_o = K_Q \cdot (Q_{\text{вн}} \cdot (F_Q - F_{\text{нн}}) / (F_{\text{вн}} - F_{\text{нн}}) - Q_{\text{см}}) \quad (\text{П1.4})$$

$$Q_o = K_{\text{пр}} \cdot K_T \cdot K_{\epsilon} \cdot F_Q \quad \text{– для расходомеров ИРВИС-К-300} \quad (\text{П1.5})$$

где

- Q_о – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;
- Q_{вн} – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м³/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, м³/ч;

- K_Q – поправка на крутизну характеристики преобразования;
 $K_{ПР}$ – коэффициент, $\text{м}^3 \cdot \text{с} / \text{ч}$; вычисляется по индивидуальным градуировочным характеристикам расходомера ИРВИС-К-300;
 K_e – коэффициент расширения газовой смеси; 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, $\text{т} / \text{ч}$;
 $g_{ВН}$ – верхний предел диапазона измерений массового расхода, $\text{т} / \text{ч}$;
 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, $\text{т} / \text{ч}$;
 K_g – поправка на крутизну характеристики преобразования.

П1.7 Номинальная функция преобразования числоимпульсных сигналов, соответствующих объему при рабочих условиях, выражается формулой

$$V_o = q_{и} \cdot n \quad (\text{П1.7})$$

где

- V_o – объем при рабочих условиях, м^3 ;
 $q_{и}$ – цена импульса, м^3 ;
 n – количество импульсов, поступившее на вход прибора.

П1.8 Номинальная функция преобразования числоимпульсных 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

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

где

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

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

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

где

- P – давление, МПа (кгс/см²);
- $P_{ВН}$ – верхний предел диапазона измерений давления, МПа (кгс/см²);
- J_p – входной сигнал, соответствующий давлению, мА;
- $J_{ВН}$ – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $J_{НН}$ – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, мА;
- $P_{СТ}$ – поправка на высоту водяного столба в импульсной трубке, МПа (кгс/см²);
- $P_{СМ}$ – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, МПа (кгс/см²);
- K_p – поправка на крутизну характеристики преобразования.

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

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

где

- ρ – плотность, кг/м³;
- $\rho_{ВН}$ – верхний предел диапазона измерений плотности, кг/м³;
- $\rho_{НН}$ – нижний предел диапазона измерений плотности, кг/м³;
- $J_{ВН}$ – верхний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{НН}$ – нижний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- J_p – входной сигнал, соответствующий плотности, мА.

П1.12 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих динамической вязкости, выражается формулой

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

где

- μ – динамическая вязкость, мкПа·с;
- $\mu_{ВН}$ – верхний предел диапазона измерений динамической вязкости, мкПа·с;
- $\mu_{НН}$ – нижний предел диапазона измерений динамической вязкости, мкПа·с;
- $J_{ВН}$ – верхний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{НН}$ – нижний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- J_μ – входной сигнал, соответствующий динамической вязкости, мА.

П1.13 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих относительной влажности, выражается формулой

$$\varphi = \varphi_{НН} + (\varphi_{ВН} - \varphi_{НН}) \cdot (J_\varphi - J_{НН}) / (J_{ВН} - J_{НН}) \quad (\text{П1.13})$$

где

- φ – относительная влажность газовой смеси, %;
- $\varphi_{ВН}$ – 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_φ – входной сигнал, соответствующий относительной влажности газовой смеси, мА.

П1.14 Вычисление массового расхода углеводородной смеси при рабочих условиях при применении метода переменного перепада давления выполняется по формулам:

$$G_{ВГМ} = 3,6 \cdot C \cdot E \cdot \varepsilon \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \cdot K_{Ш} \cdot K_{П} \cdot \gamma \cdot (0,002 \cdot \Delta P \cdot \rho_p)^{1/2} \quad \text{– для сужающих устройств}^1 \quad (\text{П1.14})$$

¹ Для нестабильных газожидкостных смесей – только диафрагмы с угловым или фланцевым способом отбора перепада давления

$$G_{ВГМ} = \rho_p^{1/2} \cdot \rho_{ВД}^{-1/2} \cdot \{1 + 0,000189 \cdot (T - 20)\} \cdot k \cdot \Delta P \quad - \text{ для сужающих устройств Gilflo} \quad (\text{П1.15})$$

$$G_{ВГМ} = 3,6 \cdot A \cdot \varepsilon \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot (0,002 \cdot \Delta P \cdot \rho_p)^{1/2} \quad - \text{ для напорных устройств} \quad (\text{П1.16})$$

$$\varepsilon = 1 - B_H \cdot \Delta P / (P_a \cdot k \cdot 1000) \quad - \text{ для напорных устройств Annubar} \quad (\text{П1.17})$$

$$d = d_{20} \cdot \{1 + \beta_d \cdot (T - 20)\} \quad (\text{П1.18})$$

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;
- ε – коэффициент расширения; в зависимости от типа сужающего или напорного устройства и типа углеводородной смеси вычисляется по ГОСТ 8.586.1-205...ГОСТ 8.586.5-2005, МИ 2311-94, РД 50-411-83 или по (1.17); для жидкостных смесей $\varepsilon=1$;
- d – диаметр отверстия сужающего устройства при рабочей температуре, мм;
- ΔP – перепад давления на сужающем или напорном устройстве, кПа;
- ρ_p – плотность углеводородных смесей при рабочих условиях, кг/м³; для жидкостных смесей это плотность жидкости $\rho_ж$; для газожидкостных смесей при объемном газосодержании $\beta_0 < 0,4$ – это плотность насыщенной жидкой фазы ρ_H ; для газожидкостных смесей при объемном газосодержании $\beta_0 > 0,95$ – это плотность газовой фазы ρ_G ;
- γ – поправочный коэффициент; для жидкостных смесей $\gamma=1$; для газожидкостных смесей $\gamma=(1-\beta_0)^{-1}$ при $\beta_0 < 0,4$ и $\gamma=\beta_0^{-1}$ при $\beta_0 > 0,95$;
- $\rho_{ВД}$ – плотность воды при стандартных условиях, кг/м³;
- P_a – абсолютное давление углеводородной смеси, МПа;
- T – температура углеводородной смеси, °С;
- d_{20} – диаметр отверстия сужающего устройства при 20 °С, мм;
- D – внутренний диаметр трубопровода, мм;
- β_d – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства, 1/°С;
- $K_{ш}$ – коэффициент шероховатости трубопровода;
- K_n – коэффициент притупления входной кромки диафрагмы; для других сужающих устройств $K_n=1$;
- k – показатель адиабаты;
- A – коэффициент расхода для напорных устройств;
- B_H – коэффициент, зависящий от конструкции датчика;
- k – коэффициент расхода по воде; задается в виде таблицы $k=f(\Delta P)$.

П1.15 Вычисление массового расхода углеводородной смеси при применении датчиков объемного расхода выполняется по формуле

$$G_B = A \cdot \{1 + \beta_T \cdot (T - 20)\}^2 \cdot Q_0 \cdot \rho_p \quad (\text{П1.19})$$

где

- G_B – массовый расход углеводородной смеси, кг/ч;
- A – поправочный коэффициент расхода; $A=(0,8...1,2)$;
- β_T – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка трубопровода, 1/°С;
- T – температура углеводородной смеси, °С;
- Q_0 – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;
- ρ_p – плотность углеводородной смеси при рабочих условиях, кг/м³.

П1.16 Вычисление массового расхода сухой части углеводородной газовой смеси (расхода нетто)

выполняется по формуле

$$G_C = G_B \cdot (1 - \varphi \cdot \rho_{ВПМАХ} / \rho_P) \quad (\text{П1.20})$$

где

- G_C – массовый расход сухой части газовой смеси, кг/ч
- G_B – массовый расход влажной газовой смеси при рабочих условиях, кг/ч;
- $\rho_{ВПМАХ}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;
- ρ_P – плотность влажной газовой смеси при рабочих условиях, кг/м³;
- φ – относительная влажность газовой смеси, в долях единицы.

П1.17 Вычисление массового расхода нетто (за вычетом воды) газожидкостной или жидкостной углеводородной смеси выполняется по формуле

$$G_C = G_B \cdot (1 - r_B) \quad (\text{П1.21})$$

где

- G_C – массовый расход нетто газожидкостной или жидкостной смеси, кг/ч
- G_B – массовый расход брутто газожидкостной или жидкостной смеси при рабочих условиях, кг/ч;
- r_B – массовое содержание воды в смеси.

П1.18 Вычисление объемного расхода при рабочих и стандартных условиях¹ выполняется по формулам:

$$Q_0 = k \cdot G_C / \rho_{PC} + (1 - k) \cdot G_B / \rho_P \quad (\text{П1.22})$$

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

где

- Q_0 – объемный расход углеводородной смеси при рабочих условиях, м³/ч;
- Q – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;
- G_C – массовый расход нетто газожидкостной или жидкостной смеси, кг/ч
- G_B – массовый расход брутто газожидкостной или жидкостной смеси при рабочих условиях, кг/ч;
- $G_{ВГМ}$ – массовый расход при рабочих условиях, кг/ч;
- ρ_{PC} – плотность сухой части (исключая воду) углеводородной смеси при рабочих условиях, кг/м³;
- ρ_P – плотность влажной газовой смеси при рабочих условиях, кг/м³;
- $\rho_{СВ}$ – плотность влажной углеводородной смеси при стандартных условиях, кг/м³;
- ρ_C – плотность сухой части (исключая воду) углеводородной смеси при стандартных условиях, кг/м³;
- k – коэффициент; при $k=1$ вычисляется объемный расход нетто влажной углеводородной смеси, при $k=0$ – объемный расход брутто влажной углеводородной смеси.

П1.19 Вычисление объема при стандартных условиях выполняется по формулам¹:

- 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 числоимпульсным выходным сигналом

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

¹ Для газожидкостных смесей объемный расход и объем при стандартных условиях не определяются.

$$V = k \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} (1 - r_B) \cdot \frac{\rho_P}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{\rho_P}{\rho_{СВ}} \cdot dn(t) \quad \text{— для жидкостной смеси} \quad (\text{П1.26})$$

- при использовании преобразователей массового расхода с числоимпульсным выходным сигналом

$$V = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\Phi \cdot \rho_{ВП\text{MAX}}}{\rho_P}\right) \cdot \frac{1}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{1}{\rho_{СВ}} \cdot dn(t) \quad \text{— для газовой смеси} \quad (\text{П1.27})$$

$$V = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} (1 - r_B) \cdot \frac{1}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{1}{\rho_{СВ}} \cdot dn(t) \quad \text{— для жидкостной смеси} \quad (\text{П1.28})$$

где

- V – объем нетто или брутто углеводородной смеси при стандартных условиях, м³;
- Q – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;
- ρ_C – плотность углеводородной смеси при стандартных условиях, кг/м³;
- ρ_P – плотность влажной газовой смеси при рабочих условиях, кг/м³;
- $\rho_{СВ}$ – плотность влажной углеводородной смеси при стандартных условиях, кг/м³;
- $\rho_{ВП\text{MAX}}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;
- Φ – относительная влажность газовой углеводородной смеси, в долях единицы;
- $q_{И}$ – цена импульса входного сигнала, м³;
- $g_{И}$ – цена импульса входного сигнала, т;
- k – коэффициент; при k=1 вычисляется объем нетто влажной углеводородной смеси, при k=0 – объем брутто углеводородной смеси;
- r_B – массовое содержание воды в смеси;
- t_1, t_2 – время начала и окончания интервала вычислений, ч;
- n – количество импульсов входного сигнала.

П1.20 Вычисление массы выполняется по формулам:

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

$$M = \int_{t_1}^{t_2} \{k \cdot G_B + (1 - k) \cdot G_C\} \cdot dt \quad (\text{П1.29})$$

- при использовании преобразователей объемного расхода с числоимпульсным выходным сигналом

$$M = k \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\Phi \cdot \rho_{ВП\text{MAX}}}{\rho_P}\right) \cdot \rho_P \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \rho_P \cdot dn(t) \quad \text{— для газовой смеси} \quad (\text{П1.30})$$

$$M = k \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} (1 - r_B) \cdot \rho_P \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot q_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \rho_P \cdot dn(t) \quad \text{— для жидкостной смеси} \quad (\text{П1.31})$$

- при использовании преобразователей массового расхода с числоимпульсным выходным сигналом

$$M = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\Phi \cdot \rho_{ВП\text{MAX}}}{\rho_P}\right) \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} dn(t) \quad \text{— для газовой смеси} \quad (\text{П1.32})$$

$$M = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} (1 - r_B) \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} dn(t) \quad \text{— для жидкостной смеси} \quad (\text{П1.33})$$

где

- М – масса, кг;
- G_C – массовый расход нетто углеводородной смеси, кг/ч
- G_B – массовый расход брутто углеводородной смеси, кг/ч;
- $\rho_{ВП\ MAX}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;
- ρ_P – плотность влажной газовой смеси при рабочих условиях, кг/м³;
- φ – относительная влажность углеводородной смеси, в долях единицы;
- $q_{И}$ – цена импульса входного сигнала, м³;
- $g_{И}$ – цена импульса входного сигнала, т;
- k – коэффициент; при k=1 вычисляется масса нетто углеводородной смеси, при k=0 – масса брутто углеводородной смеси;
- r_B – массовое содержание воды в смеси;
- t_1, t_2 – время начала и окончания интервала вычислений, ч;
- n – количество импульсов входного сигнала.

П1.21 Вычисление средних значений температуры, давления, перепада давления и расхода при рабочих условиях выполняется по формуле

$$X_{CP} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} X \cdot \{r + (1-r) \cdot \sigma(Y - Y_{OTC})\} \cdot dt}{r \cdot (t_2 - t_1) + (1-r) \cdot \int_{t_1}^{t_2} \sigma(Y - Y_{OTC}) \cdot dt} \quad (1.34)$$

где

- X – осредняемый параметр;
- X_{CP} – среднее значение параметра X;
- Y – объемный расход при рабочих условиях или перепад давления;
- Y_{OTC} – уставка на "отсечку самохода", соответствующая параметру Y;
- $\sigma(Y - Y_{OTC})$ – единичная функция; $\sigma(Y - Y_{OTC}) = 1$ при $Y \geq Y_{OTC}$, $\sigma(Y - Y_{OTC}) = 0$ при $Y < Y_{OTC}$;
- 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 $Y \geq Y_{OTC}$

Приложение 2

Поверочная база данных

Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение
003=1050100022	100т01=1	100т03=3	100т05=5
004=1050002022	101т01н00=2	101т03н00=0	101т05н00=1
031н00=11111111111	101т01н01=0	101т03н01=0	101т05н01=1
031н01=111111	102т01н00=2	102т03н00=12	102т05н00=12
012=1	102т01н01=150	105т03н00=0	105т05н00=0
020=01-01-07	102т01н02=0,00001	106т03н01=1	106т05н00=875,833
021=01-00-00	102т01н03=0	107т03н01=1	106т05н01=03207
024=10	103т01н00=96,266	109т03н00=50	107т05н00=732,794
027н00=1	103т01н01=0	109т03н01=03401	107т05н01=03206
027н01=6	103т01н02=1,003857	113т03н00=5,101325	109т05н00=500
030н00=00	105т01н00=0	113т03н01=03203	109т05н01=03402
030н01=0,0001	106т01н01=1	114т03н00=30	113т05н00=5,101325
030н02=0,0001	107т01н00=400	114т03н01=03303	113т05н01=03203
030н03=0,0001	107т01н01=1	115т03н00=10	114т05н00=-3,15
032к01н00=010	110т01н00=10	115т03н01=0	114т05н01=03302
032к01н01=100	110т01н01=03201	120т03=5000	115т05н00=10
032к01н05=1	110т01н02=0	124т03=00	115т05н01=0
032к02н00=060	110т01н03=0	125т03н01=0	120т05=5000
032к02н01=1000	113т01н00=5	125т03н02=0	124т05=00
032к02н05=10	113т01н01=0	125т03н03=0	125т05н00=120
032к03н00=040	114т01н00=10	125т03н04=0	100т06=6
032к03н01=1	114т01н01=03301	125т03н05=0	101т06н00=3
032к04н00=120	115т01н00=10	125т03н06=0	101т06н01=1
032к04н01=100	115т01н01=5	125т03н07=7,2	102т06н00=12
032к04н02=0,0	115т01н02=0	125т03н08=6,0	105т06н00=0
032к05н00=102	115т01н03=0	125т03н09=18,0	105т06н01=03204
032к05н01=2,0	120т01=5000	125т03н10=46,0	106т06н01=1
032к05н02=0,6	124т01=00	125т03н11=6,8	107т06н00=1,6394
032к06н00=112	125т01н00=56,74	125т03н12=6,0	107т06н01=03205
032к06н01=950	125т01н01=8,87	125т03н13=3,0	109т06н00=500
032к06н02=350	125т01н02=4,09	125т03н14=2,0	109т06н01=03404
032к07н00=132	125т01н03=6,73	125т03н15=2,0	113т06н00=0,4
032к07н01=2500	125т01н04=2,37	125т03н16=1,0	113т06н01=03203
032к07н02=25	125т01н05=6,07	125т03н17=1,0	114т06н00=-10
032к08н00=032	125т01н06=8,01	125т03н18=1,0	114т06н01=03303
032к08н01=0,16	125т01н07=10,55	100т04=4	115т06н00=10
033к01н00=023	125т01н08=16,87	101т04н00=3	115т06н01=0
033к01н01=110	125т01н09=33,64	101т04н01=0	120т06=5000
033к01н02=-60	125т01н10=0	102т04н00=12	124т06=00
033к02н00=043	125т01н11=0	102т04н01=100	125т06н01=5,1153
033к02н01=110	125т01н12=0	102т04н02=0	125т06н02=25,388
033к02н02=-60	125т01н13=0	105т04н00=0	125т06н03=40,073
033к03н00=063	125т01н14=0	105т04н01=03204	125т06н04=15,438
033к03н01=110	125т01н15=0,32	106т04н00=8,26636	125т06н05=5,5318
033к03н02=-60	125т01н16=0,55	106т04н01=1	125т06н06=2,6183
033к04н00=063	125т01н17=1,93	107т04н00=1,6394	125т06н07=3,1122
033к04н01=110	125т01н18=0	107т04н01=03205	125т06н08=1,0209
033к04н02=-60	100т02=2	109т04н00=500	125т06н15=0,9346
034к01н00=030	101т02н00=1	109т04н01=03403	125т06н16=0,2687
034к01н01=312,5	101т02н01=1	113т04н00=0,4	125т06н17=0,5
034к01н06=312,5	102т02н00=12	113т04н01=03203	014н00=01-07
034к01н07=0	102т02н01=100	114т04н00=-10	014н00=02-08
034к02н00=020	102т02н02=0	114т04н01=03301	014н00=03-09
034к02н01=312,5	105т02н00=0	115т04н00=10	014н00=04-10
034к02н08=0,000277778	106т02н00=875,833	115т04н01=0	014н00=05-11
034к02н09=0000,0000	106т02н01=03207	120т04=5000	014н00=06-12
034к03н00=010	107т02н00=732,794	124т04=00	301п1=100000100000
034к03н01=312,5	107т02н01=03206	125т04н01=5,1153	301п2=010000010000
034к03н08=0,000277778	109т02н00=100	125т04н02=25,388	301п3=001000001000
034к03н09=0000,0000	109т02н01=03202	125т04н03=40,073	301п4=000100000100
034к04н00=040	113т02н00=5,101325	125т04н04=15,438	301п5=000010000010
034к04н01=312,5	113т02н01=03203	125т04н05=5,5318	301п6=000000100001
034к04н06=312,5	114т02н00=-3,15	125т04н06=2,6183	
034к04н07=0	114т02н01=03302	125т04н07=3,1122	
037н00=760	115т02н00=10	125т04н08=1,0209	
037н01=03208	115т02н01=0	125т04н15=0,9346	
040н00=20	120т02=500	125т04н16=0,2687	
040н01=03304	124т02=00	125т04н17=0,5	
	125т02н00=120		

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

