

КОРРЕКТОРЫ СПГ761**(мод. 761.1, 761.2)****Методика поверки**

РАЖГ.421412.026 ПМ2



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

СОГЛАСОВАНА: ФГУП ГЦИ СИ ВНИИМС (г.Москва)

Лист утверждения РАЖГ.421412.026 ПМ2 – ЛУ

Содержание

Введение	4
1 Операции поверки	4
2 Условия поверки.....	4
3 Средства поверки	4
4 Безопасность.....	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.....	6
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 СПГ761 (мод. 761.1, 761.2; далее – приборы), изготавливаемые по техническим условиям ТУ 4217-057-23041473-2007.

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-10М¹ (0-1,5 кВ; мощность на стороне высокого напряжения 0,1 кВ·А)..... 1 шт.

4 Безопасность

При проведении поверки следует соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" и требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75.

5 Поверка

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- наличие паспорта;
- сохранность пломб изготовителя или его официального представителя;
- сохранность (читаемость) маркировки, нанесенной 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
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]
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 "СПГ761.1/2-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.

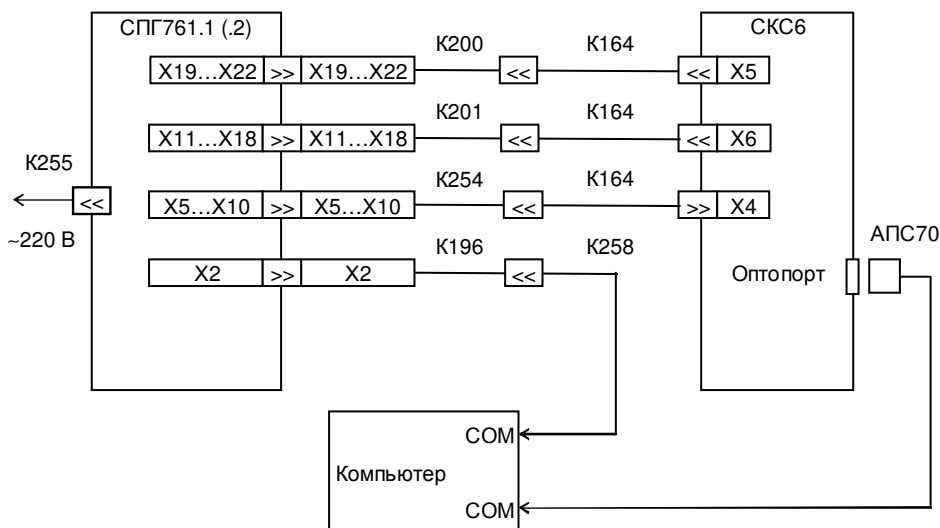


Рисунок 5.1 – Схема проверки

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 I ₀ =0,025 мА I ₁ =0,025 мА I ₂ =0,025 мА I ₃ =0,025 мА F ₀ =0,610351 Гц F ₁ =0,610351 Гц	T _{T1} , T _{T4} , T _{T7} , T _{T10} [°C]	-51,52	-51,62 ... -51,42
	T _{T2} , T _{T5} , T _{T8} , T _{T11} [°C]	-50,75	-50,85 ... -50,65
	T _{нв} [°C]	-47,13	-47,23 ... -47,03
	ΔP _{T1} , ΔP _{T7} [кПа]	0,5	0,4 ... 0,6
	P _{T1} -P _{T12} [МПа]	0,005	0,004 ... 0,006
	Фит1-Фит12 [%]	0,5	0,4 ... 0,6
	Q _{от2} , Q _{от8} [м ³ /ч]	5	4 ... 6
	Q _{от3} , Q _{от5} , Q _{от9} , Q _{от11} [м ³ /ч]	0,61035	0,61005 ... 0,61066
	g _{T4} , g _{T6} , g _{T10} , g _{T12} [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 I ₀ =5 мА I ₁ =5 мА I ₂ =5 мА I ₃ =5 мА F ₀ =19,53125 Гц F ₁ =19,53125 Гц	T _{T1} , T _{T4} , T _{T7} , T _{T10} [°C]	26,72	26,62 ... 26,82
	T _{T2} , T _{T5} , T _{T8} , T _{T11} [°C]	26,31	26,21 ... 26,41
	T _{T3} , T _{T6} , T _{T9} , T _{T12} [°C]	24,30	24,20 ... 24,40
	T _{нв} [°C]	24,30	24,20 ... 24,40
	ΔP _{T1} , ΔP _{T7} [кПа]	100	99,9 ... 100,1
	P _{T1} -P _{T12} [МПа]	1	0,999 ... 1,001
	Фит1-Фит12 [%]	100	99,9 ... 100,1
	ρ _{T1} , ρ _{T7} [кг/м ³]	0,67187	0,66690 ... 0,67685
	ρ _{T2} -ρ _{T6} , ρ _{T8} -ρ _{T12} [кг/м ³]	0,61250	0,61240 ... 0,61260
	h _{гT2} , h _{гT5} , h _{гT8} , h _{гT11} [МДж/м ³]	21,875	21,860 ... 21,890
	P ₆ [МПа]	0,01000	0,00992 ... 0,01008
	Q _{от2} , Q _{от8} [м ³ /ч]	1000	999 ... 1001
	Q _{от3} , Q _{от5} , Q _{от9} , Q _{от11} [м ³ /ч]	19,531	19,521 ... 19,541
g _{T4} , g _{T6} , g _{T10} , g _{T12} [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 I ₀ =20 мА I ₁ =20 мА I ₂ =20 мА I ₃ =20 мА F ₀ =312,5 Гц F ₁ =312,5 Гц	T _{T1} , T _{T4} , T _{T7} , T _{T10} [°C]	107,11	107,00 ... 107,21
	T _{T2} , T _{T5} , T _{T8} , T _{T11} [°C]	105,44	105,34 ... 105,54
	T _{T3} , T _{T6} , T _{T9} , T _{T12} [°C]	96,26	96,16 ... 96,36
	T _{нв} [°C]	96,26	96,16 ... 96,36
	ρ _{T1} , ρ _{T7} [кг/м ³]	10	9,995 ... 10,005
	ρ _{T2} -ρ _{T6} , ρ _{T8} , ρ _{T11} [кг/м ³]	0,8	0,7999 ... 0,8001
	h _{гT2} , h _{гT5} , h _{гT8} , h _{гT11} [МДж/м ³]	50	49,985 ... 50,015
	P ₆ [МПа]	0,16	0,15992 ... 0,16008
	Q _{от3} , Q _{от5} , Q _{от9} , Q _{от11} [м ³ /ч]	312,50	312,34 ... 312,66
g _{T4} , g _{T6} , g _{T10} , g _{T12} [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 Ом, {I₀, I₁}=10 мА, {I₂, I₃}=0,025 мА, {F₀, F₁}=

1250 Гц.

В корректоре 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 ³ /ч]	13405,1	13402,4 ... 13407,8
Qt2, Qt8		9008,12	9006,32 ... 9009,92
Qt3, Qt9		3648,49	3647,76 ... 3649,22
Qt4, Qt10		588,322	588,204 ... 588,434
Qt5, Qt11		3648,48	3647,75 ... 3649,21
Qt6, Qt12		588,322	588,204 ... 588,434
Qп1, Qп2, Qп3		26061,7	26056,5 ... 26066,9
Qп4, Qп5, Qп6		4825,13	4824,16 ... 4826,09
Gт1, Gт7	[кг/ч]	10289,2	10287,1 ... 10291,2
Gт2, Gт8		6124,62	6123,40 ... 6125,85
Gт3, Gт9		2480,61	2480,11 ... 2481,10
Gт4, Gт10		400,000	399,920 ... 400,080
Gт5, Gт11		2480,61	2480,11 ... 2481,10
Gт6, Gт12		400,000	399,920 ... 400,080
Gп1, Gп2, Gп3		18894,4	18890,6 ... 18898,2
Gп4, Gп5, Gп6		3280,61	3279,95 ... 3281,27
Vт1, Vт7	[м ³]	1340,51	1340,24 ... 1340,78
Vт2, Vт8		900,812	900,632 ... 900,992
Vт3, Vт9,		364,849	364,776 ... 364,922
Vт4, Vт10		58,8322	58,8204 ... 58,8434
Vт5, Vт11		364,848	364,775 ... 364,921
Vт6, Vт12		58,8322	58,8204 ... 58,8434
Vп1, Vп2, Vп3		2606,17	2605,65 ... 2606,69
Vп4, Vп5, Vп6		482,513	482,416 ... 482,609
Mт1, Mт7	[кг]	1028,92	1028,71 ... 1029,12
Mт2, Mт8		612,462	612,340 ... 612,585
Mт3, Mт9		248,061	248,011 ... 248,110
Mт4, Mт10		40,0000	39,9920 ... 40,0080
Mт5, Mт11		248,061	248,011 ... 248,110
Mт6, Mт12		40,0000	39,9920 ... 40,0080
Mп1, Mп2, Mп3		1889,44	1889,06 ... 1889,82
Mп4, Mп5, Mп6		328,061	327,995 ... 328,127

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;
- $T_{\text{ВН}}$ – 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

$$Q_o = K_Q \cdot (Q_{\text{ВН}} \cdot (J_Q - J_{\text{НН}}) / (J_{\text{ВН}} - J_{\text{НН}}) - Q_{\text{СМ}}) \quad (\text{П1.2})$$

где

- Q_o – объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;
- $Q_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м³/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, 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;
- $g_{\text{ВН}}$ – 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

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

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

где

- Q_o – объемный расход рабочих условиях, м³/ч;
- $Q_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона измерений объемного расхода, м³/ч;
- F_Q – входной сигнал, соответствующий объемному расходу, Гц;
- $F_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;

- $F_{\text{НН}}$ – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;
 $Q_{\text{СМ}}$ – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, м³/ч;
 K_Q – поправка на крутизну характеристики преобразования;
 $K_{\text{ГР}}$ – коэффициент, м³·с/ч; вычисляется по индивидуальным градуировочным характеристикам расходомера ИРВИС-К-300;
 K_e – 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

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

где

- g – массовый расход, т/ч;
 $g_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона измерений массового расхода, т/ч;
 F_g – входной сигнал, соответствующий массовому расходу, Гц;
 $F_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;
 $F_{\text{НН}}$ – нижний предел диапазона изменений входного сигнала, Гц;
 $g_{\text{СМ}}$ – поправка на смещение нуля характеристики преобразования, т/ч;
 K_g – поправка на крутизну характеристики преобразования.

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

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

где

- V – объем, м³;
 $q_{\text{И}}$ – цена импульса, м³;
 n – количество импульсов, поступившее на вход прибора.

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

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

где

- M – масса, т;
 $g_{\text{И}}$ – 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

- ΔP – перепад давления, кПа (кгс/м²);
 $\Delta P_{\text{ВН}}$ – верхний предел диапазона измерений перепада давления, кПа (кгс/м²);
 $J_{\Delta P}$ – 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;
 γ – 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/м²);
 $K_{\Delta P}$ – поправка на крутизну характеристики преобразования.

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

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

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

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

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_ρ – входной сигнал, соответствующий плотности, мА.

П1.12 Номинальная функция преобразования сигналов тока, соответствующих удельной теплоте сгорания, выражается формулой

$$h = h_{НН} + (h_{ВН} - h_{НН}) \cdot (J_h - J_{НН}) / (J_{ВН} - J_{НН}) \quad (\text{П.12})$$

где

- h – удельная теплота сгорания, МДж/м³;
- $h_{ВН}$ – верхний предел диапазона измерений удельной теплоты сгорания, МДж/м³;
- $h_{НН}$ – нижний предел диапазона измерений удельной теплоты сгорания, МДж/м³;
- $J_{ВН}$ – верхний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- $J_{НН}$ – нижний предел диапазона изменения входного сигнала, мА;
- J_h – входной сигнал, соответствующий удельной теплоте сгорания, мА.

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

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

где

- φ – 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_φ – входной сигнал, соответствующий относительной влажности газа, мА.

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

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

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

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

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

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

$$\rho_{\text{РВГ}} = \rho_{\text{РСГ}} + \varphi \cdot \rho_{\text{ВП,МАХ}} \quad (\text{П1.19})$$

$$\rho_{\text{РСГ}} = 2893,1655 \cdot \rho_C \cdot \{P_a - \varphi \cdot \rho_{\text{ВП,МАХ}}\} / \{(T + 273,15) \cdot K\} \quad (\text{П1.20})$$

где

- $G_{\text{ВГМ}}$ – 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 устройства вычисляется по ГОСТ 8.586.1-2005...ГОСТ 8.586.5-2005, РД 50-411-83 или по (П1.17);
 d – диаметр отверстия сужающего устройства при рабочей температуре, мм;
 ΔP – перепад давления на сужающем устройстве, кПа;
 $\rho_{\text{РВГ}}$ – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м³; измеряется либо вычисляется по (П1.19);
 $\rho_{\text{РСГ}}$ – плотность при рабочих условиях сухой части влажного газа, кг/м³;
 ρ_C – плотность сухого газа при стандартных условиях, кг/м³;
 $\rho_{\text{ВД}}$ – плотность воды при стандартных условиях, кг/м³;
 φ – относительная влажность, в долях единицы;
 $P_{\text{ВП,МАХ}}$ – максимальное давление водяного пара, содержащегося в газе, МПа;¹
 $\rho_{\text{ВП,МАХ}}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;¹
 β_T – коэффициент температурного расширения материала измерительного участка трубопровода, 1/°C;
 P_a – абсолютное давление газа, МПа;
 T – температура газа, °C;
 d_{20} – диаметр отверстия сужающего устройства при 20 °C, мм;
 D – внутренний диаметр трубопровода, мм;
 β_D – коэффициент температурного расширения материала сужающего устройства, 1/°C;
 $K_{\text{ш}}$ – коэффициент шероховатости трубопровода;
 $K_{\text{п}}$ – коэффициент притупления входной кромки диафрагмы; для других СУ $K_{\text{п}}=1$;
 k – показатель адиабаты, вычисляется по ГОСТ 30319.1-96;
 K – коэффициент сжимаемости; вычисляется по уравнению ВНИЦ СМВ, уравнению GERG-91 мод. или методу NX-19 мод.;
 A – коэффициент расхода для напорных устройств;
 V_H – коэффициент, зависящий от конструкции датчика;
 k – коэффициент расхода по воде; задается в виде таблицы $k=f(\Delta P)$.

П1.15 Вычисление массового расхода влажного газа при применении датчиков объемного расхода выполняется по формуле

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

$$G_{ВГМ} = A \cdot \{1 + \beta_T \cdot (T - 20)\}^2 \cdot Q_0 \cdot \rho_{РВГ} \quad (\text{П1.21})$$

где

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

П1.16 Вычисление массового расхода сухой части газа выполняется по формуле

$$G_{СГМ} = G_{ВГМ} \cdot (1 - \varphi \cdot \rho_{ВПМАХ} / \rho_{РВГ}) \quad (\text{П1.22})$$

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, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $\rho_{РВГ}$ – плотность влажного газа при рабочих условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$.
 φ – относительная влажность, в долях единицы.

П1.17 Вычисление объемного расхода при рабочих и стандартных условиях выполняется по формулам:

$$Q_0 = k \cdot G_{СГМ} / \rho_{СГ} + (1 - k) \cdot G_{ВГМ} / \rho_{РВГ} \quad (\text{П1.23})$$

$$Q = k \cdot G_{СГМ} / \rho_C + (1 - k) \cdot G_{ВГМ} / \rho_{СВГ} \quad (\text{П1.24})$$

где

- Q_0 – объемный расход при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 Q – объемный расход при стандартных условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 $G_{СГМ}$ – массовый расход сухой части газа, кг/ч;
 $G_{ВГМ}$ – массовый расход влажного газа при рабочих условиях, кг/ч;
 $\rho_{СГ}$ – плотность сухой части газа при рабочих условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $\rho_{РВГ}$ – плотность влажного газа при рабочих условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$.
 $\rho_{СВГ}$ – плотность влажного газа при стандартных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{СВГ} = \rho_{РВГ}$ при $T=T_c$ и $P=P_c$ по (П1.19);
 ρ_C – плотность сухого газа при стандартных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 k – коэффициент; при $k=1$ вычисляется объемный расход сухой части влажного газа, при $k=0$ – объемный расход влажного газа.

П1.18 Вычисление объема при стандартных условиях выполняется по формулам:

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

$$V = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt \quad (\text{П1.25})$$

- при использовании преобразователей объемного расхода с числоимпульсным выходным сигналом

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

- при использовании преобразователей массового расхода с числоимпульсным выходным сигналом

$$V = k \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left(1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{ВПМАХ}}{\rho_{РВГ}}\right) \cdot \frac{1}{\rho_C} \cdot dn(t) + (1 - k) \cdot g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \frac{1}{\rho_{СВГ}} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.27})$$

где

- V – объем сухого или влажного газа при стандартных условиях, м^3 ;

- Q – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;
 ρ_C – плотность сухого газа при стандартных условиях, кг/м³;
 $\rho_{СВГ}$ – плотность влажного газа при стандартных условиях, кг/м³; $\rho_{СВГ} = \rho_{РВГ}$ при $T=T_c$ и $P=P_c$ по (П1.19);
 $\rho_{ВП\text{ MAX}}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;
 $\rho_{РВГ}$ – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м³.
 φ – относительная влажность газа, в долях единицы;
 $q_{И}$ – цена импульса входного сигнала, м³;
 $g_{И}$ – 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.

П1.19 Вычисление массы выполняется по формулам:

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

$$M = \int_{t_1}^{t_2} \{k \cdot G_{ВГМ} + (1-k) \cdot G_{СГМ}\} \cdot dt \quad (\text{П1.28})$$

- при использовании преобразователей объемного расхода с числоимпульсным выходным сигналом

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

- при использовании преобразователей массового расхода с числоимпульсным выходным сигналом

$$M = g_{И} \cdot \int_{n(t_1)}^{n(t_2)} \left\{ k \cdot \left(1 - \frac{\varphi \cdot \rho_{ВП\text{ MAX}}}{\rho_{РВГ}} \right) + (1-k) \right\} \cdot dn(t) \quad (\text{П1.30})$$

где

- M – масса, кг;
 $G_{СГМ}$ – массовый расход сухой части газа, кг/ч
 $G_{ВГМ}$ – массовый расход влажного газа при рабочих условиях, кг/ч;
 $\rho_{ВП\text{ MAX}}$ – максимальная плотность водяного пара, кг/м³;
 $\rho_{РВГ}$ – плотность влажного газа при рабочих условиях, кг/м³.
 φ – относительная влажность газа, в долях единицы;
 $q_{И}$ – цена импульса входного сигнала, м³;
 $g_{И}$ – 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.

П1.20 Вычисление средних значений удельной теплоты сгорания, температуры, давления, перепада давления и расхода при рабочих условиях выполняется по формулам:

$$h_{ГС} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} h_{Г} \cdot Q \cdot dt}{\int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt} \quad (\text{П1.31})$$

$$X_{\text{CP}} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} X \cdot \{r + (1-r) \cdot \sigma(Y - Y_{\text{OTC}})\} \cdot dt}{r \cdot (t_2 - t_1) + (1-r) \cdot \int_{t_1}^{t_2} \sigma(Y - Y_{\text{OTC}}) \cdot dt} \quad (\text{П1.32})$$

где

- $h_{\text{ГС}}$ – средняя удельная теплота сгорания, МДж/м³;
- $h_{\text{Г}}$ – удельная теплота сгорания, МДж/м³;
- Q – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;
- 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 ;
- $\sigma(Y - Y_{\text{OTC}})$ – единичная функция; $\sigma(Y - Y_{\text{OTC}}) = 1$ при $Y \geq Y_{\text{OTC}}$, $\sigma(Y - Y_{\text{OTC}}) = 0$ при $Y < Y_{\text{OTC}}$;
- 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 $Y \geq Y_{\text{OTC}}$

П1.21 Вычисление сверхлимитного объема газа и объема газа, потребленного сверх среднесуточной нормы, выполняется по формулам:

$$V_{\text{Л}} = \int_{t_1}^{t_2} (Q - Q_{\text{Л}}) \cdot \sigma(Q - Q_{\text{Л}}) \cdot dt \quad (\text{П1.33})$$

$$V_{\text{С}} = \begin{cases} \int_0^{24} Q \cdot dt - V_{\text{СН}} & \text{– при } \int_0^{24} Q \cdot dt \geq V_{\text{СН}} \\ 0 & \text{– при } \int_0^{24} Q \cdot dt < V_{\text{СН}} \end{cases} \quad (\text{П1.34})$$

где

- $V_{\text{Л}}$ – сверхлимитный объем, м³;
- $V_{\text{С}}$ – объем сверх среднесуточной нормы, м³;
- Q – объемный расход при стандартных условиях, м³/ч;
- $V_{\text{СН}}$ – среднесуточная норма, м³;
- $Q_{\text{Л}}$ – лимит расхода по потребителю, м³/ч;
- $\sigma(Q - Q_{\text{Л}})$ – единичная функция; $\sigma(Q - Q_{\text{Л}}) = 1$ при $Q \geq Q_{\text{Л}}$, $\sigma(Q - Q_{\text{Л}}) = 0$ при $Q < Q_{\text{Л}}$;
- t_1, t_2 – время начала и окончания интервала вычислений, ч.

Приложение 2

Поверочная база данных

Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение	Параметр и значение
003=1050100022	034к04н00=040	114т02н00=-3,15	100т05=5
004=1050002022	034к04н01=312,5	114т02н01=03302	101т05н00=2
031н00=111111111111	034к04н06=312,5	115т02н00=10	101т05н01=1
031н01=111111	034к04н07=0	115т02н01=0	102т05н00=12
012=1	037н00=760	120т02=5000	102т05н01=100
020=01-01-07	037н01=03208	124т02=00	102т05н02=0
021=01-00-00	040н00=20	125т02н05=0,8858	105т05н00=0
024=10	040н01=03304	125т02н06=0,0668	105т05н01=03204
027н00=1	100т01=1	125т02н08=0,6799	106т05н00=32
027н01=6	101т01н00=1	100т03=3	106т05н01=03207
030н00=00	101т01н01=0	101т03н00=2	107т05н00=0,6799
030н01=0,00001	102т01н00=2	101т03н01=0	107т05н01=03205
030н02=0,00001	102т01н01=100	102т03н00=12	109т05н00=400
030н03=0,00001	102т01н02=0,00001	102т03н01=100	109т05н01=03403
032к01н00=010	102т01н03=0	102т03н02=0	113т05н00=0,9
032к01н01=100	103т01н00=74	105т03н00=0	113т05н01=03203
032к01н05=1	103т01н01=0	105т03н01=03204	114т05н00=16,85
032к02н00=060	103т01н02=1,003857	106т03н00=32	114т05н01=03302
032к02н01=1000	105т01н00=0	106т03н01=03207	115т05н00=10
032к02н05=10	105т01н01=03204	107т03н00=0,6779	115т05н01=0
032к03н00=040	106т01н01=1	107т03н01=03205	120т05=5000
032к03н01=1	107т01н00=7,53912	109т03н00=400	124т05=00
032к04н00=120	107т01н01=03206	109т03н01=03401	125т05н05=0,8858
032к04н01=100	110т01н00=60	113т03н00=0,9	125т05н06=0,0668
032к04н02=0,0	110т01н01=03201	113т03н01=03203	125т05н08=0,6799
032к05н00=102	110т01н02=0	114т03н00=16,85	100т06=6
032к05н01=0,8	110т01н03=0	114т03н01=03303	101т06н00=0
032к05н02=0,6	113т01н00=1,081	115т03н00=10	101т06н01=0
032к06н00=112	113т01н01=03203	115т03н01=0	102т06н00=12
032к06н01=10,0	114т01н00=50	120т03=5000	102т06н01=100
032к06н02=0,05	114т01н01=03301	124т03=00	102т06н02=0
032к07н00=092	115т01н00=10	125т03н05=0,8858	105т06н00=0
032к07н01=50	115т01н01=5	125т03н06=0,0668	105т06н01=03204
032к07н02=20	115т01н02=0	125т03н08=0,6799	106т06н00=32
032к08н00=032	115т01н03=0	100т04=4	106т06н01=03207
032к08н01=0,16	120т01=5000	101т04н00=0	107т06н00=0,6799
033к01н00=023	124т01=00	101т04н01=1	107т06н01=03205
033к01н01=110	125т01н00=89,27	102т04н00=12	109т06н00=400
033к01н02=-60	125т01н01=2,26	102т04н01=100	109т06н01=03404
033к02н00=043	125т01н02=1,07	102т04н02=0	113т06н00=3,997
033к02н01=110	125т01н03=0	105т04н00=0	113т06н01=03203
033к02н02=-60	125т01н04=0,01	105т04н01=03204	114т06н00=16,85
033к03н00=063	125т01н05=0,04	106т04н00=32	114т06н01=03303
033к03н01=110	125т01н06=4,3	106т04н01=03207	115т06н00=10
033к03н02=-60	125т01н07=3,05	107т04н00=0,6799	115т06н01=0
033к04н00=063	100т02=2	107т04н01=03205	120т06=5000
033к04н01=110	101т02н00=0	109т04н00=400	124т06=00
033к04н02=-60	101т02н01=0	109т04н01=03402	125т06н05=0,8858
034к01н00=030	102т02н00=12	113т04н00=1	125т06н06=0,0668
034к01н01=312,5	102т02н01=100	113т04н01=03203	125т06н08=0,6799
034к01н06=312,5	102т02н02=0	114т04н00=-3,15	014н00=01-07
034к01н07=0	105т02н00=0	114т04н01=03301	014н00=02-08
034к02н00=020	105т02н01=03204	115т04н00=10	014н00=03-09
034к02н01=312,5	106т02н01=2	115т04н01=0	014н00=04-10
034к02н08=0,000277778	107т02н00=0,6799	120т04=5000	014н00=05-11
034к02н09=0000,0000	107т02н01=03205	124т04=00	014н00=06-12
034к03н00=010	109т02н00=400	125т04н05=0,8858	301п1=111000000000
034к03н01=312,5	109т02н01=03202	125т04н06=0,0668	301п2=000000111000
034к03н08=0,000277778	113т02н00=2,001	125т04н08=0,6799	301п3=100000011000
034к03н09=0000,0000	113т02н01=03203		301п4=000111000000
			301п5=000000000111
			301п6=000100000011