

Расчет точности измерений комплексов КИ-СТГ

Реальные расчеты точности измерений различных комплексов КИ-СТГ показывают, что отличий между значениями погрешности, рассчитанной по СЯМИ.407229-478 МП, и относительной расширенной неопределенностью с коэффициентом охвата 2, рассчитанной по ГОСТ Р 8.740-2011 и ГОСТ 8 611-2013, практически нет.

Условные обозначения комплексов

КИ-СТГ-ХХ-Б-80/250-10А-І-М-П

Исполнение комплекса: П – правое; Л – левое

Тип термопреобразователя сопротивления (медный или платиновый) – указывается при использовании корректора БК

Вариант исполнения корректора (І или ІІ) – указывается при использовании блока БК.

Обозначение верхнего предела диапазона измерения абсолютного (А) или избыточного (І) давления, МПа (для блоков БК соответствует указанному значению, деленному на 10)

Для комплексов:

- на базе счетчика газа турбинного СТГ – максимальный измеряемый объемный расход при рабочих условиях, м³/ч;
- на базе счетчика газа ротационного РСГ СИГНАЛ, счетчика газа ультразвукового Зонд 2, счетчика газа мембранного (фирма «Itron GmbH», «ELSTER GmbH») – номинальный измеряемый объемный расход при рабочих условиях (G), м³/ч

Диаметр условного прохода, мм

Тип корректора: Б – блок БК; Г – датчик «ГиперФлоу»;
Е – корректор ЕК; М – корректор ELCOR; С – корректор SEVC-D (Corus);
П – корректор «Суперфлоу»; Т – корректор ТС; В – вычислитель ВКГ;
Л – корректор СПГ; О – корректор «ГЕЛИОС-Т»; Н – контроллер «ТЭКОН»; Д – счетчик STD; У – вычислитель УВП; Ф – блок «ФЛОУГАЗ»

Тип счетчика:

ТС – счетчик газа турбинный СТГ (варианты исполнения 1,2,3);

РС – счетчик газа ротационный РСГ СИГНАЛ (варианты исполнения 1,2,3)
УС – счетчик газа ультразвуковой Зонд 2;
МС – счетчик газа мембранный (фирма «Itron GmbH», «ELSTER GmbH»)

Лист № 2
Всего листов 9

Комплексы КИ-СТГ неоднократно проходили испытания на утверждение типа средств измерений, приведенные ниже примеры расчетов взяты из протоколов испытаний комплексов в ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР».

Применяемые методы (методики)

Определение погрешности комплексов осуществляется методом поэлементной проверки. При данном методе определение метрологических характеристик функциональных блоков комплекса производят по их методикам поверки и выполняется расчет относительной погрешности комплекса для каждого диапазона расходов в соответствии с методикой СЯМИ.407229-478 МП, ГОСТ Р 8.740-2011 «Методика выполнения измерений с помощью турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков», ГОСТ 8 611-2013 «Ультразвуковые счетчики. Методика измерений» и ГОСТ Р 8.741-2011 «Общие требования к методикам измерений».

Перед проведением расчетов надо ознакомиться с «Руководством по выражению неопределенности измерений», РМГ 91-2009 «Совместное использование понятия «погрешность» измерения и «неопределенность измерения. Общие принципы», РМГ 43 2001 «Применение «Руководства по выражению неопределенности измерения».

Применяя на комплексах соответствующие средства измерений и квалифицированно выполняя расчет, всегда можно подтвердить заявленную погрешность комплексов КИ-СТГ, указанную в технической документации.

Комплексы на базе счетчиков СТГ и РСГ варианта исполнения 1

1 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-Б, КИ-СТГ-ХХ-Е, КИ-СТГ-ХХ-М, КИ-СТГ-ХХ-С, КИ-СТГ-ХХ-Ц, КИ-СТГ-ХХ-Т, КИ-СТГ-ХХ-Ф.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле:

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{\delta_C^2 + \delta_K^2} (\%), \quad (1)$$

δ_C – относительная погрешность счетчика газа, %;

δ_K – относительная погрешность корректора, %.

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,1 Q_{\max}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max}$ до $Q_{\max}$ составляет 1, 7 % и 0,75 % - соответственно (данные из описания типа);

- счетчик газа РСГ - относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 1,7 % и 0,75 % - соответственно (данные из описания типа);

- корректоры- относительная погрешность по приведению рабочего объема к стандартным условиям 0,5 %, включая погрешность определения коэффициента сжимаемости и сопутствующих величин.

Расчет

в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ (счетчики РСГ)

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{1,7^2 + 0,5^2} = 1,949 \%,$$

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ)

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{0,75^2 + 0,5^2} = 0,991 \%$$

2 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-В, КИ-СТГ-ХХ-Л, КИ-СТГ-ХХ-Д, КИ-СТГ-ХХ-Н, КИ-СТГ-ХХ-О, КИ-СТГ-ХХ - У.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа складывается из относительных погрешностей последовательно соединенных средств измерения, входящих в каналы измерения и вычисляется по формуле:

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{\delta_C^2 + \delta_P^2 + \delta_T^2 + \delta_{ПД}^2 + \delta_{ПТ}^2 + \delta_{ПО}^2 + \delta_{ВО}^2 + \delta_{СЖ}^2} (\%), \quad (2)$$

где

δ_V - относительная погрешность комплекса при измерении приведенного к стандартным условиям объема газа, %;

δ_C - относительная погрешность счетчика газа, %;

δ_P - относительная погрешность применяемого датчика давления, %;

δ_T - относительная погрешность применяемого термопреобразователя сопротивления, %

$\delta_{ПД}$ - относительная погрешность преобразования корректором сигналов давления, %;

$\delta_{ПТ}$ - относительная погрешность преобразования корректором сигналов температуры, %;

$\delta_{ПО}$ - относительная погрешность преобразования корректором сигналов рабочего объема, %;

$\delta_{ВО}$ - относительная погрешность вычисления корректором стандартного объема, %;

$\delta_{СЖ}$ - относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости, %.

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 1,7 % и 0,75 % - соответственно (данные из описания типа);

- счетчик газа РСГ - относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 1,7 % и 0,75 % - соответственно (данные из описания типа);

- преобразователь давления МИДА-ДА-13П-Ех с диапазоном измерения 0 -0,6МПа – приведенная погрешность 0,2% (данные из описания типа);

- преобразователь температуры ТСМТ300-065-100М-А4—6-60/1600 – абсолютная погрешность $\pm 0,15$ °С (значение погрешности согласно ГОСТ 6651-2009);

- корректор СПГ741 – приведенная погрешность преобразования давления $\pm 0,1\%$, абсолютная погрешность преобразования температуры $\pm 0,15$ °С, относительная

Лист № 4
Всего листов 9

погрешность преобразования рабочего объема $\pm 0,01\%$, относительная погрешность вычисления стандартного объема $\pm 0,02\%$, (данные из описания типа).

Расчет

давление на входе в счетчик 0,3 МПа (вариант, дающий наибольшую погрешность);

температура измеряемого газа = -23 °С (вариант, дающий наибольшую погрешность);

$$\delta_C = \pm 1,7 \% \text{ и } \pm 0,75 \%;$$

$$\delta_P = \pm 0,4 \% \text{ (} A = 0,2 \times 0,6 / 100 = 0,0012; \delta_P = 0,0012 / 0,3 \times 100 = 0,4 \text{)};$$

$$\delta_T = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 250,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПД} = \pm 0,2 \% \text{ (} A = 0,1 \times 0,6 / 100 = 0,0006; \delta_{ПД} = 0,0006 / 0,3 \times 100 = 0,2 \text{)};$$

$$\delta_{ПТ} = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 243,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПО} = \pm 0,01\%;$$

$$\delta_{ВО} = \pm 0,02\%;$$

$$\delta_{СЖ} = \pm 0,2\%.$$

в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ (счетчики РСГ)

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{1,7^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{2,89 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 1,948 \% \end{aligned}$$

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ)

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{0,75^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{0,5625 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 0,990 \% \end{aligned}$$

Комплексы на базе счетчиков СТГ и РСГ варианта исполнения 2 и счетчика газа

Зонд 2

1 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-Б, КИ-СТГ-ХХ-Е, КИ-СТГ-ХХ-М, КИ-СТГ-ХХ-С; КИ-СТГ-ХХ-П, КИ-СТГ-ХХ-Т, КИ-СТГ-ХХ-Ф.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле (1)

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 2 % и 1 % - соответственно (данные из описания типа);

- счетчик газа РСГ - относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 2 % и 1 % - соответственно (данные из описания типа);

- счетчик газа Зонд 2 - относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 2 % и 1 % - соответственно (данные из описания типа);

Лист № 5
Всего листов 9

- корректоры- относительная погрешность по приведению рабочего объема к стандартным условиям 0,5 %, включая погрешность определения коэффициента сжимаемости и сопутствующих величин.

Расчет

в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ (счетчики РСГ и Зонд 2)

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{2^2 + 0,5^2} = 2,267 \%,$$

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ и Зонд 2)

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{1^2 + 0,5^2} = 1,229 \%$$

2 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-В, КИ-СТГ-ХХ-Л, КИ-СТГ-ХХ-Д, КИ-СТГ-ХХ-Н, КИ-СТГ-ХХ-О, КИ-СТГ-ХХ-У.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле (2)

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 2 % и 1 % - соответственно (данные из описания типа);

- счетчик газа РСГ - относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ и в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 2 % и 1 % - соответственно (данные из описания типа);

- преобразователь давления МИДА-ДА-13П-Ех с диапазоном измерения 0 -0,6МПа – приведенная погрешность 0,2% (данные из описания типа);

- преобразователь температуры ТСМТ300-065-100М-А4—6-60/1600 – абсолютная погрешность $\pm 0,3$ °С (значение погрешности согласно ГОСТ 6651-2009);

- корректор СПГ741 – приведенная погрешность преобразования давления $\pm 0,1\%$, абсолютная погрешность преобразования температуры $\pm 0,15$ °С, относительная погрешность преобразования рабочего объема $\pm 0,01\%$, относительная погрешность вычисления стандартного объема $\pm 0,02\%$, (данные из описания типа).

Расчет

давление на входе в счетчик 0,3 МПа (вариант, дающий наибольшую погрешность);

температура измеряемого газа = -23 °С (вариант, дающий наибольшую погрешность);

$$\delta_C = \pm 2 \% \text{ и } \pm 1 \%;$$

$$\delta_P = \pm 0,4 \% \text{ (} A = 0,2 \times 0,6 / 100 = 0,0012; \delta_P = 0,0012 / 0,3 \times 100 = 0,4 \text{)};$$

$$\delta_T = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 250,15 \times 100 = 0,6 \text{)};$$

$$\delta_{ПД} = \pm 0,2 \% \text{ (} A = 0,1 \times 0,6 / 100 = 0,0006; \delta_{ПД} = 0,0006 / 0,3 \times 100 = 0,2 \text{)};$$

$$\delta_{ПТ} = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 243,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПО} = \pm 0,01\%;$$

$$\delta_{ВО} = \pm 0,02\%;$$

$$\delta_{СЖ} = \pm 0,2\%.$$

в диапазоне расходов от $Q_{\min.}$ до $0,1 Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и $Q_{\min.}$ до $0,05 Q_{\max.}$ (счетчики РСГ и

Лист № 6
Всего листов 9

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{2^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{4 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 2,267 \%, \end{aligned}$$

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики СТГ) и от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ и Зонд 2)

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{1^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{1 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 1,228 \% \end{aligned}$$

Комплексы на базе счетчиков СТГ, РСГ варианта исполнения 3 (по спецзаказу)

1 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-Б, КИ-СТГ-ХХ-Е, КИ-СТГ-ХХ-М, КИ-СТГ-ХХ-С, КИ-СТГ-ХХ-П, КИ-СТГ-ХХ-Т, КИ-СТГ-ХХ-Ф.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле (1)

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 0,75 % (данные из описания типа);
- счетчик газа РСГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 0,75 % (данные из описания типа);
- корректоры- относительная погрешность по приведению рабочего объема к стандартным условиям 0,5 %, включая погрешность определения коэффициента сжимаемости и сопутствующих величин.

Расчет

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ) и от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики СТГ)

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{0,75^2 + 0,5^2} = 0,991 \%$$

2 Комплексы КИ-СТГ-ХХ-В, КИ-СТГ-ХХ-Л, КИ-СТГ-ХХ-Д, КИ-СТГ-ХХ-Н, КИ-СТГ-ХХ-О, КИ-СТГ-ХХ-У.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле (2)

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- счетчик газа СТГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 0,75 % (паспортные данные);
- счетчик газа РСГ – относительная погрешность по измерению рабочего объема в диапазоне расходов от $0,05 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ составляет 0,75 % (паспортные данные);
- преобразователь давления МИДА-ДА-13П-Ех с диапазоном измерения 0 -0,6МПа – приведенная погрешность 0,2% (данные из писания типа);

Лист № 7
Всего листов 9

- преобразователь температуры ТСМТ300-065-100М-А4—6-60/1600 – абсолютная погрешность $\pm 0,3$ °С (значение погрешности согласно ГОСТ 6651-2009);
- корректор СПГ741 – приведенная погрешность преобразования давления $\pm 0,1\%$, абсолютная погрешность преобразования температуры $\pm 0,15$ °С , относительная погрешность преобразования рабочего объема $\pm 0,01\%$, относительная погрешность вычисления стандартного объема $\pm 0,02\%$, (данные из писания типа).

Расчет

давление на входе в счетчик 0,3 МПа (вариант, дающий наибольшую погрешность);

температура измеряемого газа = -23 °С (вариант, дающий наибольшую погрешность);

$$\delta_C = \pm 1,7 \% \text{ и } \pm 0,75 \%;$$

$$\delta_P = \pm 0,4 \% \text{ (} A = 0,2 \times 0,6 / 100 = 0,0012; \delta_P = 0,0012 / 0,3 \times 100 = 0,4 \text{)};$$

$$\delta_T = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 250,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПД} = \pm 0,2 \% \text{ (} A = 0,1 \times 0,6 / 100 = 0,0006; \delta_{ПД} = 0,0006 / 0,3 \times 100 = 0,2 \text{)};$$

$$\delta_{IT} = \pm 0,06 \% \quad (\delta_T = 0,15/243,15 \times 100 = 0,06);$$

$$\delta_{PO} = \pm 0,01 \%;$$

$$\delta_{BO} = \pm 0,02 \%$$

$$\delta_{CЖ} = \pm 0,2 \%$$

в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\max.}$ до $Q_{\max.}$ (счетчики РСГ) и от $0,05 Q_{\max}$ до $Q_{\max}$ (счетчики СТГ)

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{0,75^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{0,5625 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 0,899 \% \end{aligned}$$

Комплексы КИ-СТГ-МС-XX на базе счетчиков мембранных (производитель -фирмы «Itron GmbH», «ELSTER GmbH»)

1 Комплексы КИ-СТГ-XX-Б, КИ-СТГ-XX-Е, КИ-СТГ-XX-М, КИ-СТГ-XX-С, КИ-СТГ-XX-П, КИ-СТГ-XX-Т, КИ-СТГ-XX-Ф.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле (1)

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- мембранный счетчик – относительная погрешность при измерении рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,1 Q_{\text{ном.}}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\text{ном.}}$ до $Q_{\max.}$ составляет 3 % и 1,5 % - соответственно (данные из описания типа);

- корректоры- относительная погрешность по приведению рабочего объема к стандартным условиям 0,5 %, включая погрешность определения коэффициента сжимаемости и сопутствующих величин.

Расчет

в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,1 Q_{\text{ном.}}$

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{3^2 + 0,5^2} = 3,345 \%$$

в диапазоне расходов $0,1 Q_{\text{ном.}}$ до $Q_{\max.}$

$$\delta_V = \pm 1,1 \sqrt{1,5^2 + 0,5^2} = 1,739 \%$$

Лист № 8
Всего листов 9

2 Комплексы КИ-СТГ-XX-В, КИ-СТГ-XX-Л, КИ-СТГ-XX-Д, КИ-СТГ-XX-Н, КИ-СТГ-XX-О, КИ-СТГ-XX-У.

Относительная погрешность данных комплексов по измерению приведенного к стандартным условиям объема газа вычисляется по формуле:

Исходные данные для расчета:

Погрешности применяемых средств измерений:

- мембранный счетчик – относительная погрешность при измерении рабочего объема в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,1 Q_{\text{ном.}}$ и в диапазоне расходов от $0,1 Q_{\text{ном.}}$ до $Q_{\max.}$ составляет 3 % и 1,5 % - соответственно (данные из описания типа);

- преобразователь давления МИДА-ДА-13П-Ех с диапазоном измерения 0 -0,04МПа – приведенная погрешность 0,2% (данные из описания типа);

- преобразователь температуры ТСМТ300-065-100М-А4—6-60/1600 – абсолютная погрешность $\pm 0,15$ °С (значение погрешности согласно ГОСТ 6651-2009);

- корректор СПГ741 – приведенная погрешность преобразования давления $\pm 0,1\%$, абсолютная погрешность преобразования температуры $\pm 0,15$ °С, относительная погрешность преобразования рабочего объема $\pm 0,01\%$, относительная погрешность вычисления стандартного объема $\pm 0,02\%$, (данные из описания типа).

Расчет

давление на входе в счетчик 0,02 МПа (вариант, дающий наибольшую погрешность);

температура измеряемого газа = -23 °С (вариант, дающий наибольшую погрешность);

$$\delta_C = \pm 1,7 \% \text{ и } \pm 0,75 \%;$$

$$\delta_P = \pm 0,4 \% \text{ (} A = 0,2 \times 0,04 / 100 = 0,000008; \delta_P = 0,000008 / 0,02 \times 100 = 0,4 \text{)};$$

$$\delta_T = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 250,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПД} = \pm 0,2 \% \text{ (} A = 0,1 \times 0,6 / 100 = 0,0006; \delta_{ПД} = 0,0006 / 0,3 \times 100 = 0,2 \text{)};$$

$$\delta_{ПТ} = \pm 0,06 \% \text{ (} \delta_T = 0,15 / 243,15 \times 100 = 0,06 \text{)};$$

$$\delta_{ПО} = \pm 0,01\%;$$

$$\delta_{ВО} = \pm 0,02\%;$$

$$\delta_{СЖ} = \pm 0,2\%.$$

в диапазоне расходов от $Q_{\min}$ до $0,1Q_{\text{nom}}$.

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{3^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{9 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 3,345 \% \end{aligned}$$

в диапазоне расходов от $0,1Q_{\text{nom}}$ до $Q_{\max}$.

$$\begin{aligned} \delta_V &= \pm 1,1 \sqrt{1,5^2 + 0,4^2 + 0,06^2 + 0,2^2 + 0,06^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,2^2} = \\ &= \pm 1,1 \sqrt{2,25 + 0,16 + 0,0036 + 0,04 + 0,0036 + 0,0001 + 0,0004 + 0,04} = 1,738 \% \end{aligned}$$

Внимание!

Расчет погрешности (неопределенности) комплекса является делом ответственным и требует хорошей профессиональной подготовки исполнителя.

Например, использование каких-либо программ для расчета погрешности комплексов, погрешность которых должна определяться по формуле (1), приведет к неверным результатам. В данных программах погрешность измерения давления вводится как приведенная, а погрешность по давлению корректоров ЕК, SEVCD(Corus), «ФЛОУГАЗ», БК нормирована как относительная, т.е. она одинакова во всем диапазоне измерения. В результате чего, при использовании этих программ

Лист № 9
Всего листов 9

погрешности комплексов с вышеуказанными корректорами на нижней границе диапазона измерений давления будут неоправданно завышены.

Возможны и другие ошибки в использовании подобных программ.