

## 1. Требования к показателям точности измерений

Относительная расширенная неопределённость измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода газа зависит от уровня точности измерений и не должна превышать заданный уровень точности измерений “Г”, что соответствует  $U'_{qc}$  равное 2,5% согласно таблице 2 ГОСТ Р 8.740-2011.

Погрешность измерений, вносимая компонентами УУГ согласно техническим характеристикам:

1. Ротационный счетчик газа:  
не более  $\pm 2\%$  в диапазоне расходов от  $Q_{\min}$  до  $0,1Q_{\max}$  (3,25 – 6,5 м<sup>3</sup>/час)  
не более  $\pm 1\%$  в диапазоне расходов от  $0,1Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$  (6,5 – 65 м<sup>3</sup>/час)
2. Датчик абсолютного давления МИДА-ДА-13П-Ех:  
основная погрешность  $\pm 0,15\%$   
дополнительная погрешность  $\pm 1,0\%$
3. Блок питания и преобразования сигнала МИДА-БПП-102К-Ех-1К  
основная погрешность  $\pm 0,1\%$   
дополнительная погрешность  $\pm 0,01\%$
4. Датчик температуры ТПТ-17-1-100 П-А-4  
основная погрешность  $\pm 0,1\%$   
дополнительная погрешность  $\pm 0,01\%$
5. Метрологические характеристики корректора СПГ-742:  
измерение сигналов по давлению  $\pm 0,1\%$   
измерение сигналов по температуре  $\pm 0,1\%$   
измерение сигналов по расходомера  $\pm 0,01\%$   
измерение времени  $\pm 0,01\%$   
вычисление рабочего и стандартного объемов  $\pm 0,02\%$

Относительная расширенная неопределенность измерений объемного расхода газа при стандартных условиях вычисляется по формуле:

$$U'_{qc} = 2 \cdot u'_{qc}$$

где:

$u'_{qc}$  - относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при стандартных условиях.

При применении ИВК, у которого метрологические характеристики нормированы с учетом метрологических характеристик средств измерения давления и температуры, и неопределенности расчета коэффициента сжимаемости (факторов сжимаемости), относительную суммарную стандартную неопределенность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, определяют по формуле:

$$u'_{qc} = (u'^2_{qi} + u'^2_{увк})^{0,5}$$

где:

$u'_{qi}$  - относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях;

$u'_{увк}$  - относительная стандартная неопределенность измерительно-вычислительного комплекса.

Относительную стандартную неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях рассчитывают по формуле

$$u'_{q_i} = (u'^2_{psc} + u'^2_{np})^{0,5}$$

где:

$u'_{psc}$  - относительная стандартная неопределенность измерений расхода газа при рабочих условиях с помощью счетчика, равна 1%;

$u'_{np}$  - относительная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала счетчика, равна 0,01%.

$$u'_{q_i} = (1^2 + 0,01^2)^{0,5} = 1,00005 \%$$

Относительную стандартную неопределенность измерительно-вычислительного комплекса рассчитывают по формуле

$$u'_{увк} = (u'^2_p + u'^2_t + u'^2_\tau + u'^2_\epsilon)^{0,5}$$

где:

$u'_p$  - относительная стандартная неопределенность измерений давления газа;

$u'_t$  - относительная стандартная неопределенность измерений температуры;

$u'_\tau$  - относительная стандартная неопределенность измерений времени, равна 0,01%;

$u'_\epsilon$  - относительная стандартная неопределенность вычислений объемов, равна 0,02%.

Относительную стандартную неопределенность результата измерений давления газа рассчитывают по формуле:

$$u'_p = (u'^2_{p1} + u'^2_{p2} + u'^2_{p3})^{0,5}$$

$$u'_{p1} = (0,15^2 + 0,01^2)^{0,5} = 0,15033 \%$$

$$u'_{p2} = (0,1^2 + 0,0001^2)^{0,5} = 0,1 \%$$

$$u'_{p3} = (0,1^2)^{0,5} = 0,1 \%$$

$$u'_p = (0,15033^2 + 0,1^2 + 0,1^2)^{0,5} = 0,2064 \%$$

Относительную стандартную неопределенность результата измерений температуры газа рассчитывают по формуле

$$u'_t = \frac{100 \cdot (t_\epsilon - t_n)}{273,15 + t} \cdot \left( \left( \frac{u'_{t1}}{t_\epsilon - t_n} \right)^2 + \left( \frac{u'_{t2}}{t_\epsilon - t_n} \right)^2 \right)^{0,5}$$

при  $t_B = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_H = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$u'_{t1} = (0,1^2 + 0,0001^2)^{0,5} = 0,1 \%$$

$$u'_{t2} = (0,1^2)^{0,5} = 0,1 \%$$

$$u'_t = \frac{100 \cdot (t_\epsilon - t_n)}{273,15 + t} \cdot \left( \left( \frac{u'_{t1}}{t_\epsilon - t_n} \right)^2 + \left( \frac{u'_{t2}}{t_\epsilon - t_n} \right)^2 \right)^{0,5} = \frac{100 \cdot (20 + 5)}{273,15 + 0} \cdot \left( \left( \frac{0,1}{20 + 5} \right)^2 + \left( \frac{0,1}{20 + 5} \right)^2 \right)^{0,5} = 0,05178 \%$$

Таким образом  $u'_{увк} = (0,15033^2 + 0,05178^2 + 0,01^2 + 0,02^2)^{0,5} = 0,16056 \%$

Тогда  $u'_{qc} = (1,00005^2 + 0,16056^2)^{0,5} = 1,01286 \%$

Относительная расширенная неопределенность измерений объемного расхода газа  $U'_{qc} = 2 \cdot 1,01286 = 2,026\%$ , что меньше требуемых 2,5%. Требование по точности удовлетворено, РСГ и ИВК подобраны верно.