

**Методика подбора средств измерения перепада давления на
ротационных RVG и RABO, турбинных TRZ счетчиках и
комплексах учета газа СГ-ЭК-вз**

ЛГТИ.407221.007Д2

1 Область применения

Настоящая методика распространяется на счетчики газа RVG, RABO и TRZ, производства ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника», а также на комплексы учета газа на базе данных приборов, разработана в соответствии с требованиями и рекомендациями ГОСТ 8.740 – 2011, и устанавливает методику подбора средств измерения перепада давления для контроля технического состояния счетчика в процессе его эксплуатации.

2 Методика подбора средств измерения перепада давления на ротационных RVG и RABO, турбинных TRZ счетчиках и комплексах учета газа СГ-ЭК-вз.

2.1 Исходные данные для проведения расчетов

- а) Максимальный рабочий расход $Q_{p.max}$, м³/ч (расчет рабочего расхода необходимо вести в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.740 – 2011 приложение А.2).
- б) Минимальный рабочий расход $Q_{p.min}$, м³/ч (расчет рабочего расхода необходимо вести в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.740 – 2011 приложение А.2).
- в) Максимальное абсолютное рабочее давление P_{max} , МПа.
- г) Минимальное абсолютное рабочее давление P_{min} , МПа.
- д) Приведенная погрешность средства измерения перепада давления γ_0 , %.
- е) Плотность измеряемой среды при стандартных условиях, кг/м³.

2.2 Определение верхнего предела измерения перепада давления (ВПИ) средства измерения перепада давления производят в соответствии с требованиями п. 9.3.1.1.

Для проверки технического состояния турбинных и ротационных РСГ, УОГ, УПП и струевыпрямителей выбирают СИ перепада давления с верхним пределом измерений, равным наименьшему значению в Δp из стандартного ряда, удовлетворяющему следующему условию:

$$\Delta p_v \geq 1,5 \Delta \omega_{max}, \quad (1)$$

где $\Delta \omega_{max}$ - потеря давления, соответствующая максимальному расходу газа в условиях эксплуатации, Па.

$$\Delta \omega_{max} = \Delta P_{p.max} \left(\frac{\rho_c \times P_{max}}{\rho_{cp} \times P_p} \right), \quad (2)$$

где $\Delta P_{p.max}$ – перепад давления на счетчике, определенный из графика перепада давления при расходе $Q_{p.max}$, приведенного в руководстве по эксплуатации на соответствующий счетчик газа, Па;

P_{max} – максимальное абсолютное давление газа, при котором эксплуатируется счетчик МПа;

P_p – значение абсолютного давления, при котором регламентирован перепад давления счетчик $\Delta P_{p.max}$, $P_p = 0,1$ МПа;

ρ_c – значение плотности измеряемого газа, при стандартных условиях, кг/м³;

ρ_{cp} – значение плотности газа при стандартных условиях, для которого регламентирован перепад давления $\Delta P_{p.max}$, кг/м³.

2.3 Расчет расширенной неопределенности измерения перепада давления выбранным прибором.

По ГОСТ Р 8.740 – 2011 «Рекомендуется, чтобы относительная расширенная неопределенность измерений (при коэффициенте охвата 2) перепада давления при проверке технического состояния турбинных и ротационных РСГ – не превышала 2,5 %.

Значение расширенной неопределенности $U'_{\Delta P}$ рассчитывается по формулам 13.1 ГОСТ Р 8-740-2011.

$$U'_{\Delta P} = 2u'_{\Delta P}, \quad (3)$$

где $u'_{\Delta P}$ – относительная стандартная неопределенность, %.

В соответствии с ГОСТ Р 8.740 - 2011 относительная стандартная неопределенность $u'_{\Delta P}$ рассчитывается по формуле

$$u'_{\Delta P} = 0,5\gamma_0 \frac{\text{ВПИ}}{\Delta P}, \quad (4)$$

где ВПИ – верхний предел измерения выбранного прибора, Па;

ΔP – расчетное значение максимально допустимого перепада давления, Па;

γ_0 – приведенная погрешность СИ перепада давления, %.

Расчет расширенной неопределенности измерения перепада необходимо выполнить для максимального значения расхода в условиях эксплуатации $Q_{p,max}$ и минимального значения расхода в условиях эксплуатации $Q_{p,min}$. В том случае, если $Q_{p,min} < 0.2Q_{max}$ (где Q_{max} – максимальный расход счетчика), то $Q_{p,min}$ принимают равным $0.2Q_{max}$.

Если расширенная неопределенность измерения перепада давления на минимальном значении расхода в условиях эксплуатации не соответствует рекомендациям ГОСТ Р 8.740, то определяем диапазон расходов ($Q_1 - Q_{p,max}$), в котором СИ перепада давления соответствует рекомендациям.

Определяем минимальное значение перепада давления ($\Delta P_{min}^{2.5\%}$), которое может быть измерено выбранным СИ перепада давления с расширенной неопределенностью 2,5%.

$$\Delta P_{min}^{2.5\%} = \frac{\gamma_0 \cdot \text{ВПИ}}{U'_{\Delta P}}. \quad (5)$$

Определяем значение регламентированного перепада давления $\Delta P_{p,min}^{2.5\%}$ (регламентированный перепад – теоретическое значение перепада давления, полученное при работе счетчика на давлении близком к атмосферному и на воздухе в качестве измеряемой среды) и на для $\Delta P_{min}^{2.5\%}$.

$$\Delta P_{p,min}^{2.5\%} = \frac{\Delta P_{min}^{2.5\%}(\rho_{cp} \cdot P_p)}{1,5(\rho_c \cdot P_{max})}. \quad (6)$$

По графику перепада давления, приведенному в РЭ на соответствующий счетчик газа определяем значение расхода Q_1 , которое соответствует значению регламентированного перепада давления $\Delta P_{p,min}^{2.5\%}$. В том случае, если $Q_1 < 0,2Q_{max}$ либо $Q_1 < Q_{p,min}$, то выбранный преобразователь перепада давления соответствует требованиям и рекомендациям ГОСТ Р 8.740 во всем диапазоне рабочих условий эксплуатации узла учета газа. В противном случае применение СИ перепада давления в диапазоне расходов $Q_{p,min} - Q_1$ дополнительно необходимо согласовать с метрологической и газопоставляющей организациями.

Приложение 1

Пример выбора средства измерения перепада давления

Исходные данные:

1. Комплекс учета газа **СГ-ЭК-Вз-Р-0,2-65/1,6**.
2. Рабочее избыточное давление $P_{изб} = 0,0025$ МПа.
3. Минимальный расход $Q_{min} = 7,81$ нм³/ч.
4. Максимальный расход $Q_{max} = 54,62$ нм³/ч.
5. Плотность измеряемой среды $\rho_{ср} = 0,68$ кг/м³.
6. Средство измерения перепада давления: преобразователь перепада давления ЕК270, приведенная погрешность $\gamma_0 = 0,1\%$.

1. Подбор средства измерения перепада давления

Максимальный рабочий расход в соответствии с ГОСТ Р 8.740 – 2011.

$$Q_{p.max} = Q_{max} \frac{P_c}{P_{абс}},$$

где P_c – стандартное давление, $P_c = 0,101325$ МПа;

$P_{абс}$ – абсолютное рабочее давление, МПа.

$$Q_{p.max} = 54,62 \cdot \frac{0,1}{0,1025} = 53,288 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$Q_{p.min} = Q_{min} \frac{P_c}{P_{абс}},$$

$$Q_{p.min} = 7,81 \cdot \frac{0,1}{0,1025} = 7,62 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В соответствии с формулой (2) рассчитываем значение потери давления $\Delta\omega_{max}$, соответствующего максимальному расходу газа $Q_{p.max}$.

$$\Delta\omega_{max} = 150 \cdot \left(\frac{0,68 \cdot 0,1025}{1,29 \cdot 0,1} \right) = 81 \text{ Па}.$$

Подбираем ВПИ средства измерения перепада давления в соответствии с формулой (1).

$$\Delta p_B \geq 1,5 \cdot 81 = 121,5 \text{ Па}.$$

Ближайшее значение ВПИ СИ перепада давления из стандартного ряда, которым может штатно комплектоваться комплекс СГ-ЭК-Вз 1,6кПа.

Принимаем ближайший из стандартного ряда преобразователь перепада давления для комплексов СГ-ЭКвз, ВПИ=1,6кПа.

2. Расчет расширенной неопределенности измерения перепада давления выбранным прибором

Рассчитаем значение расширенной неопределенности при измерении перепада давления на максимальном расходе в условиях эксплуатации $Q_{p.max}$ по формулам (3), (4).

$$u'_{\Delta P_{Qp.max}} = 0,5 \cdot 0,1 \frac{1600}{81} = 0,98\%.$$

$$U'_{\Delta P_{Qp.max}} = 2u'_{\Delta P} = 2 \cdot 0,98 = 1,96\% < 2,5\%$$

Расширенная неопределенность измерения перепада давления при максимальном рабочем расходе соответствует рекомендациям ГОСТ Р 8.740 (не превышает величину 2,5%).

Рассчитаем расширенную неопределенность измерения перепада давления на минимальном расходе. Так как $Q_{p.min} = 7,62 < 0,2Q_{max}$, то расчеты ведутся для расхода $Q_{p.min} = 0,2Q_{max} = 13 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Delta\omega_{0,2Q_{max}} = 17 \cdot \left(\frac{0,73 \cdot 0,1025}{1,29 \cdot 0,1} \right) = 9,86 \text{ Па}$ (где $\Delta P_{p.max} = 17 \text{ Па}$, перепад давления определен из графика для расхода $0,2Q_{max} = 13 \text{ м}^3/\text{ч}$).

$$\Delta P_{0,2Q_{max}} = 1,5 \cdot 9,86 = 14,79 \text{ Па}.$$

$$u'_{\Delta P_{0,2Q_{max}}} = 0,5\gamma_0 \frac{\text{ВПИ}}{\Delta P_B} = 0,5 \cdot 0,1 \frac{1600}{14,79} = 5,4\%.$$

$$U'_{\Delta P_{0,2Q_{max}}} = 2u'_{\Delta P} = 2 \cdot 5,4 = 10,8\%.$$

Расширенная неопределенность измерения перепада давления при расходе $0,2Q_{max}$ не соответствует рекомендациям ГОСТ Р 8.740 (превышает величину 2,5%).

Так как расширенная неопределенность измерения перепада давления при расходе $0,2Q_{max}$ не соответствует рекомендациям ГОСТ Р 8.740, то определим диапазон расходов $Q_1 - Q_{p.max}$.

Рассчитаем минимальное значение перепада давления ($\Delta P_{min}^{2,5\%}$), которое может быть измерено выбранным ППД с ВПИ=1,6кПа с расширенной неопределенностью 2,5%.

$$\Delta P_{min}^{2,5\%} = \frac{0,1 \cdot 1600}{2,5} = 64 \text{ Па}.$$

Определяем значение регламентированного перепада $\Delta P_{p.min}^{2,5\%}$ давления для $\Delta P_{min}^{2,5\%}$

$$\Delta P_{p.min}^{2,5\%} = \frac{64(1,29 \cdot 0,1)}{1,5(0,73 \cdot 0,1025)} = 73,55 \text{ Па}.$$

По графику перепада давления, приведенному в РЭ на ротационный счетчик газа RVG G40 значению регламентированного перепада давления $\Delta P_{p.min}^{2,5\%} = 73,55 \text{ Па}$ соответствует значение расхода $Q_1 = 38 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Выводы:

1. Для измерения перепада давления на комплексе учета газа СГ-ЭК-Вз-Р-0,2-65/1,6 возможно применение преобразователя перепада давления с ВПИ=1,6кПа.
2. В диапазоне расходов 38 – 53,288 м³/ч контроль перепада давления преобразователем перепада давления с ВПИ=1,6кПа осуществляется в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 8.740 – 2011.
3. Возможность применения преобразователя перепада давления с ВПИ=1,6кПа в диапазоне расходов 7,62 – 38 м³/ч необходимо дополнительно согласовывать с метрологическими и газопоставляющими организациями.