

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин
19 апреля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительные ЛОГИКА 6740

Методика поверки

МП 208-008-2024

Москва

2024

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на Комплексы измерительные ЛОГИКА 6740 (ИК), изготавливаемые по техническим условиям РАЖГ.421431.046 ТУ, предназначенные для измерения объема и расхода природного газа, приведенных к стандартным условиям (T=293,15 K, P=0,101325 МПа).

Проверка подвергается каждый ИК при выпуске из производства, после ремонта, а также при эксплуатации (периодическая поверка).

Настоящая методика применяется при условии, что каждая составная часть ИК является средством измерений утвержденного типа и подвергается поверке в установленном порядке. Проверяемость составных частей ИК к государственным первичным эталонам подтверждается сведениями о положительных результатах поверки, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При поверке ИК обеспечивается подтверждение соответствия метрологическим требованиям, необходимым для реализации методик измерений, установленных национальными стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений: ГОСТ Р 8.740-2023 "ГСИ. Расход и количество газа. Методика (метод) измерений с применением турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков" и ГОСТ Р 8.995-2023 "ГСИ. Объемный расход и объем природного газа. Методика (метод) измерений с применением мембранных и струйных счетчиков газа".

Настоящая методика поверки устанавливает расчетный метод подтверждения соответствия проверяемых ИК метрологическим требованиям.

2 Перечень операций поверки

При поверке ИК выполняют операции согласно таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень операций поверки ИК

Операция	Обязательность выполнения		Номер раздела (пункта) методики
	Первичная поверка	Периодическая поверка	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Опробование (при подготовке к поверке)	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
- Проверка диапазонов измерений измерительных каналов расхода при рабочих условиях	Да	Да	9.1
- Определение погрешности измерительных каналов расхода и объема газа при рабочих условиях	Да	Да	9.2
- Определение погрешности измерительных каналов температуры	Да	Да	9.3
- Определение погрешности измерительных каналов давления и разности давлений	Да	Да	9.4

- Определение погрешности измерительных каналов расхода и объема газа при стандартных условиях	Да	Да	9.5
--	----	----	-----

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Внешние факторы окружающей среды не оказывают прямого влияния на результаты определения метрологических характеристик ИК, получаемые расчетным путем.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Эталоны, средства измерений и испытательное оборудование при поверке ИК не используются.

5 Требования по обеспечению безопасности поверки

При поверке комплексов измерительных ЛОГИКА 6740 необходимо соблюдать предусмотренные действующим законодательством требования по охране труда, включая требования Трудового кодекса Российской Федерации, а также инструкций по охране труда, электробезопасности и пожарной безопасности, установленных в организации, выполняющей поверку.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 Внешний осмотр проводится для составных частей ИК при их поверке в соответствии с установленными методиками поверки составных частей.

6.2 Положительные результаты внешнего осмотра подтверждаются положительными результатами поверки составных частей ИК, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

7 Подготовка к поверке и опробование

7.1 При подготовке к поверке контролируют наличие паспортов всех составных частей ИК и проводят проверку его состава.

7.2 Проверку состава выполняют на основании данных, содержащихся в паспорте ИК, в паспортах его составных частей и в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Типы составных частей должны соответствовать допускаемым согласно описанию типа измерительного комплекса и документу РАЖГ.421431.046 РЭ "Комплексы измерительные ЛОГИКА 6740. Руководство по эксплуатации".

Типы, заводские номера и исполнения (модификации) составных частей должны соответствовать сведениям, приведенным в паспорте ИК.

7.3 Контролируют наличие действующих сведений о положительных результатах поверки составных частей ИК в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Дальнейшие операции по поверке ИК проводят при положительных результатах выполнения настоящего раздела. В противном случае проведение поверки прекращают, а ее результат считают отрицательным.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Системообразующим элементом комплексов измерительных ЛОГИКА 6740 является корректор объема газа. Конкретный тип корректора для каждого экземпляра измерительного комплекса выбирается согласно описанию типа ИК и указывается в паспорте.

Учитывая, что корректор является средством измерений утвержденного типа, проверку программного обеспечения ИК проводят на основании сведений о программном обеспечении, содержащихся в паспорте и в описании типа корректора.

Результат проверки программного обеспечения ИК считают положительным, если данные о программном обеспечении, приведенные в описании типа корректора (номер версии, контрольная сумма), соответствуют данным, приведенным в паспорте корректора и в паспорте ИК.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка диапазонов измерений измерительных каналов расхода при рабочих условиях

9.1.1 Для значений нижнего и верхнего пределов измерений расхода при рабочих условиях Q_{MIN} и Q_{MAX} , [$\text{м}^3/\text{ч}$] преобразователя расхода в измерительном канале ИК должно выполняться неравенство:

$$\frac{Q_{MAX}}{Q_{MIN}} \geq D_F \quad (1)$$

где

D_F – динамический диапазон расхода измерительного канала ИК;

Q_{MAX} – верхний предел измерений расхода в рабочих условиях преобразователя;

Q_{MIN} – нижний предел измерений расхода в рабочих условиях преобразователя.

Значение D_F приводится в паспорте ИК для каждого измерительного канала расхода при рабочих условиях.

Результат проверки считают положительным, если для измерительных каналов расхода при рабочих условиях выражение (1) справедливо.

9.2 Определение погрешности измерительных каналов расхода и объема газа в рабочих условиях

9.2.1 Пределы относительной погрешности измерительных каналов расхода газа при рабочих условиях вычисляют по формуле:

$$\delta Q = \pm \sqrt{\delta Q'^2 + \delta Q''^2} \quad (2)$$

где

δQ – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала расхода при рабочих условиях;

$\delta Q'$ – пределы относительной погрешности [%] преобразователя расхода с учетом дополнительных составляющих (при наличии);

$\delta Q''$ – пределы относительной погрешности [%] корректора (измерительного адаптера) при измерении частоты импульсных сигналов согласно описанию типа соответствующей составной части ИК.

Основную составляющую относительной погрешности $\delta Q'$ принимают равной пределам относительной погрешности преобразователя в диапазоне расходов от $Q = \frac{Q_{MAX}}{D_F}$

до $Q = Q_{MAX}$, где Q_{MAX} – верхний предел измерений преобразователя расхода; D_F – динамический диапазон расхода для измерительного канала согласно паспорту ИК.

Если в указанном диапазоне расходов пределы погрешности заданы изменяющейся функцией, выбирают наибольшее значение из диапазона.

9.2.2 Дополнительные составляющие погрешностей учитывают, руководствуясь ГОСТ Р 8.740, ГОСТ Р 8.995 для установленных режимов работы измерительного канала в части параметров измеряемой среды и рабочих условий эксплуатации ИК согласно паспорту ИК.

9.2.3 Пределы относительной погрешности измерительных каналов объема газа при рабочих условиях вычисляют по формуле:

$$\delta V = \pm \sqrt{\delta Q^2 + \delta \tau^2} \quad (3)$$

где

δV – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала объема, при рабочих условиях;

δQ – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала расхода при рабочих условиях;

$\delta \tau$ – пределы относительной погрешности [%] часов корректора согласно описанию типа корректора.

9.2.4 Контролируют соответствие полученных пределов погрешностей δQ и δV установленным значениям, указанным в паспорте ИК (устанавливаются из ряда $\pm 0,75; \pm 1,0; \pm 2,0; \pm 2,5; \pm 3,0 \%$).

Результат выполнения настоящего пункта методики считают положительным, если полученные пределы погрешностей измерительных каналов расхода и объема не превышают установленных значений.

9.3 Определение погрешности измерительных каналов температуры

9.3.1 Пределы абсолютной погрешности измерительных каналов температуры вычисляют по одной из приведенных ниже формул для трех точек установленного для ИК диапазона измерений температуры: минус 50; 0; плюс 80 °C.

Для измерительных каналов без барьеров искрозащиты:

$$\Delta t = \pm \sqrt{\Delta t'^2 + \Delta t''^2} \quad (4)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены абсолютной погрешностью (током утечки):

$$\Delta t = \pm \sqrt{\Delta t'^2 + \Delta t''^2 + \left(\frac{\Delta I'}{I_{u3m}} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{A} + t \right)^2} \quad (5)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены пределами погрешности, приведенной к диапазону изменения входного сигнала:

$$\Delta t = \pm \sqrt{\Delta t'^2 + \Delta t''^2 + (273,15 + t)^2 \cdot (\gamma_{ex}/100)^2} \quad (6)$$

где

Δt – пределы абсолютной погрешности [°C] измерительного канала температуры;

- $\Delta t'$ – пределы абсолютной погрешности [°C] преобразователя температуры;
 $\Delta t''$ – пределы абсолютной погрешности [°C] корректора (измерительного адаптера) при измерении сигналов сопротивления, соответствующих температуре;
 $\Delta I'$ – пределы абсолютной погрешности [ток утечки, мкА] барьера искрозащиты при входном напряжении 1 В;
 γ_{ex} – пределы погрешности барьера искрозащиты, приведенной к диапазону изменения входного сигнала [%];
 $I_{изм}$ – измерительный ток [мкА], протекающий через термопреобразователь;
 $I_{изм}=500$ мкА;
 A – коэффициент; $A=0,004$ °C⁻¹;
 t – температура [°C].

Пределы абсолютных погрешностей $\Delta t'$, $\Delta t''$, $\Delta I'$ и пределы приведенной погрешности γ_{ex} принимаются равными соответствующим пределам погрешностей согласно описаниям типа составных частей ИК с учетом дополнительных составляющих погрешности (при наличии) аналогично (9.2.2).

9.3.2 Для каждой из точек диапазона измерений, приведенных в (9.3.1), контролируют соответствие полученных значений пределов погрешности Δt пределам, указанным в паспорте ИК (устанавливаются из ряда $\pm[0,3+0,002 \cdot |t|]$; $\pm[0,8+0,004 \cdot |t|]$; $\pm[1,0+0,005 \cdot |t|]$ °C, где t – температура измеряемой среды).

Результат выполнения настоящего пункта методики считают положительным, если полученные пределы погрешности Δt не выходят за установленные значения для каждой из точек диапазона измерений.

9.4 Определение погрешности измерительных каналов давления и разности давлений

9.4.1 Пределы приведенной погрешности измерительных каналов давления вычисляют по нижеследующим формулам.

Для измерительных каналов без барьеров искрозащиты:

$$\gamma p = \pm \sqrt{\gamma p'^2 + \gamma p''^2} \quad (7)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены пределами абсолютной погрешности (током утечки):

$$\gamma p = \pm \sqrt{\gamma p'^2 + \gamma p''^2 + \left(\frac{\Delta I'}{I_B} \cdot 100 \right)^2} \quad (8)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены пределами погрешности, приведенной к диапазону изменения входного сигнала:

$$\gamma p = \pm \sqrt{\gamma p'^2 + \gamma p''^2 + \gamma_{ex}^2} \quad (9)$$

где

- γp – пределы приведенной погрешности [%] измерительного канала давления;
 $\gamma p'$ – пределы приведенной погрешности [%] преобразователя давления;
 $\gamma p''$ – пределы приведенной погрешности корректора (измерительного адаптера) [%] при измерении сигналов тока, соответствующих давлению;

- $\Delta I'$ – пределы абсолютной погрешности [ток утечки, мкА] барьера искрозащиты при входном напряжении 24 В;
- γ_{ex} – пределы погрешности барьера искрозащиты, приведенной к диапазону изменения входного сигнала [%];
- I_B – верхний предел [мкА] диапазона выходного сигнала преобразователя давления $I_B=2 \cdot 10^4$ мкА.

Приведенные погрешности $\gamma p'$, $\gamma p''$, γ_{ex} принимаются равными пределам приведенной погрешности соответствующих составных частей ИК с учетом дополнительных составляющих (при наличии) аналогично (9.2.2).

9.4.2 Пределы приведенной погрешности измерительных каналов разности давлений вычисляют по нижеследующим формулам.

Для измерительных каналов без барьеров искрозащиты:

$$\gamma p_D = \pm \sqrt{\gamma p_D'^2 + \gamma p_D''^2} \quad (10)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены абсолютной погрешностью (током утечки):

$$\gamma p_D = \pm \sqrt{\gamma p_D'^2 + \gamma p_D''^2 + \left(\frac{\Delta I'}{I_B} \cdot 100 \right)^2} \quad (11)$$

Для измерительных каналов с барьерами искрозащиты, показатели точности которых представлены пределами погрешности, приведенной к диапазону изменения входного сигнала:

$$\gamma p_D = \pm \sqrt{\gamma p_D'^2 + \gamma p_D''^2 + \gamma_{ex}^2} \quad (12)$$

где

- γp_D – пределы приведенной погрешности [%] измерительного канала разности давлений;
- $\gamma p_D'$ – пределы приведенной погрешности [%] преобразователя разности давлений;
- $\gamma p_D''$ – пределы приведенной погрешности [%] корректора (измерительного адаптера) при измерении сигналов тока, соответствующих разности давлений;
- γ_{ex} – пределы погрешности барьера искрозащиты, приведенной к диапазону изменения входного сигнала [%];
- $\Delta I'$ – пределы абсолютной погрешности [мкА] барьера искрозащиты при входном напряжении 24 В;
- I_B – верхний предел диапазона [мкА] выходного сигнала преобразователя разности давлений; $I_B=2 \cdot 10^4$ мкА.

Значения $\gamma p_D'$, $\gamma p_D''$, γ_{ex} , $\Delta I'$ принимают равными соответствующим пределам погрешностей составных частей ИК с учетом дополнительных составляющих погрешности аналогично (9.2.2).

9.4.3 Контролируют соответствие полученных пределов значений погрешности γp и γp_D установленному значению $\pm 0,8\%$.

Результат выполнения настоящего пункта методики считают положительным, если полученные пределы погрешностей γp и γp_D не выходят за пределы $\pm 0,8\%$.

9.5 Определение погрешности измерительных каналов расхода и объема газа при стандартных условиях

9.5.1 Пределы относительной погрешности измерительных каналов расхода газа при стандартных условиях вычисляют по формуле:

$$\delta Q_C = \pm \sqrt{\delta Q^2 + \delta c^2 + (1 - \Psi_{pK})^2 \cdot \delta p^2 + (1 + \Psi_{TK})^2 \cdot \delta T^2 + \delta Kx^2 + \delta Km^2} \quad (13)$$

где

δQ_C – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала расхода, приведенного к стандартным условиям;

δQ – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала расхода при рабочих условиях;

δc – пределы относительной погрешности вычислений параметров корректором согласно описанию типа;

δp – пределы относительной погрешности [%] измерений давления газа;

δT – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала температуры газа;

δKm – пределы относительной методической погрешности [%] определения коэффициента сжимаемости;

δKx – пределы относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости, обусловленной принятием плотности и компонентного состава газа за условно-постоянные значения с учетом погрешности измерений;

Ψ_{pK} – коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению давления;

Ψ_{TK} – коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению температуры.

Компоненты формулы (13) определяют, как это указано далее.

9.5.1.1 Пределы относительной погрешности измерительного канала температуры газа вычисляют по формуле:

$$\delta T = \pm \frac{\Delta t}{t+273,15} \cdot 100 \quad (14)$$

где:

δT – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала температуры газа;

Δt – пределы абсолютной погрешности [°C] измерительного канала температуры газа;

t – температура газа [°C].

Значения δT определяют с подстановкой наибольших значений пределов погрешности Δt и соответствующего ему значения температуры t из полученных по (9.3).

9.5.1.2 Пределы относительной погрешности измерений расхода газа при рабочих условиях δQ определяют по (9.2).

9.5.1.3 Пределы относительной погрешности измерений давления газа вычисляют по одной из приведенных ниже формул. При отсутствии в составе ИК измерительных каналов барометрического (атмосферного) давления:

$$\delta p = \pm 1,67 \cdot \gamma p \quad (15)$$

где

γp – пределы приведенной погрешности [%] измерительного канала давления

При использовании в измерительном канале давления газа датчика избыточного давления и наличии в составе ИК измерительного канала барометрического давления:

$$\delta p = \pm \frac{1}{(P_H + P_B)} \cdot \sqrt{P_B^2 \cdot \gamma p^2 + P_{BB}^2 \cdot \gamma_B^2} \quad (16)$$

где

γp – пределы приведенной погрешности [%] измерительного канала избыточного давления;

γ_B – пределы приведенной погрешности [%] измерительного канала барометрического давления;

P_H – избыточное давление газа [МПа];

P_B – барометрическое давление [МПа];

P_V – верхний предел измерений избыточного давления газа [МПа] в измерительном канале;

P_{BB} – верхний предел измерений барометрического давления [МПа] в измерительном канале.

Значения пределов приведенной погрешности γ_B рассчитывают аналогично значению γp , руководствуясь (9.4.1).

В вычислениях по (16) принимают $P_B = 0,101325$ МПа и задают:

$$P_H = 0,6 \cdot P_V \quad (17)$$

где

P_V – верхний предел измерений давления газа [МПа] в измерительном канале.

Для ИК, реализующих расчет расхода газа, приведенного к стандартным условиям, с подстановкой условно-постоянного значения давления (соответствующий измерительный канал давления газа не предусмотрен в модификации ИК), принимают $\delta p = \pm 2,5\%$.

9.5.1.4 Значения коэффициентов чувствительности Ψ_{pK} , Ψ_{TK} выбирают согласно таблице 9.1 в зависимости от верхнего предела изменения абсолютного давления газа P_V в измерительном канале ИК. Принимают $\delta K_m = \pm 0,17\%$ и $\delta K_x = \pm 0,28\%$.

Таблица 9.1 – Значения коэффициентов Ψ_{pK} , Ψ_{TK}

P_V , МПа	Ψ_{pK}	Ψ_{TK}
до 0,15 включ.	-0,00527	0,00864
от 0,15 до 0,50 включ.	-0,01794	0,04845
от 0,50 до 1,00 включ.	-0,03703	0,10960
от 1,00 до 2,00 включ.	-0,07894	0,24929
от 2,00 до 3,00 включ.	-0,12630	0,41692
от 3,00 до 4,00 включ.	-0,17938	0,61906

от 4,00 до 5,00 включ.	-0,23759	0,86253
от 5,00 до 6,00 включ.	-0,29838	1,15177
от 6,00 до 7,50 включ.	-0,37914	1,65776

9.5.2 Пределы относительной погрешности вычислений объема газа при стандартных условиях вычисляют по формуле:

$$\delta V_C = \pm \sqrt{\delta Q_C^2 + \delta \tau^2} \quad (18)$$

где

δV_C – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала объема газа при стандартных условиях;

δQ_C – пределы относительной погрешности [%] измерительного канала расхода, приведенного к стандартным условиям;

$\delta \tau$ – пределы относительной погрешности [%] часов корректора согласно описанию типа.

9.5.3 Контролируют соответствие полученных пределов погрешностей δQ_C и δV_C установленным значениям, указанным в паспорте (устанавливаются из ряда $\pm 1; \pm 1,5; \pm 2,5; \pm 3,0; \pm 4,0 \%$).

Результат выполнения настоящего пункта методики считают положительным, если полученные значения пределов погрешностей δQ_C и δV_C не превышают установленных значений.

10 Оформление результатов поверки

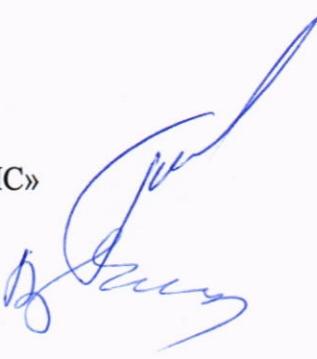
Положительный результат поверки оформляют записью в паспорте ИК с указанием даты проведения. Запись удостоверяют подписью поверителя.

Знак поверки наносится в паспорт ИК.

Отрицательный результат поверки оформляют извещением о непригодности.

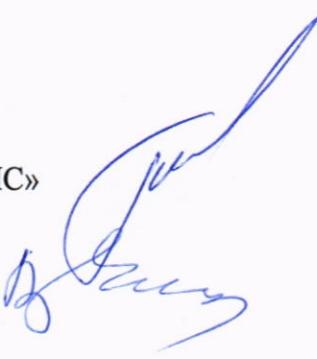
Сведения о результатах поверки в установленном порядке передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Ведущий научный сотрудник
отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»



В.И. Чесноков