



СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»**


_____ **В.М. Окладников**
«31» _____ **2019 г.**



УТВЕРЖДАЮ

**Технический директор
ООО «ИЦРМ»**


_____ **М.С. Казаков**
«05» _____ **2019 г.**



**МАНОМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ
ЭКМ**

Методика поверки

НКГЖ.406233.053МП

**г. Москва
2019 г.**

СОДЕРЖАНИЕ

1 Вводная часть	3
2 Операции поверки.....	4
3 Средства поверки	7
4 Требования к квалификации поверителей.....	9
5 Требования безопасности.....	10
6 Условия поверки	10
7 Подготовка к поверке	10
8 Проведение поверки	11
9 Оформление результатов поверки.....	17

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на манометры электронные ЭКМ (далее по тексту – ЭКМ), и устанавливает методы, а также средства их первичной и периодической поверок.

1.1.1 Настоящая методика поверки может быть применена при калибровке ЭКМ.

1.1.2 Интервал между поверками 5 лет.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Проверка герметичности системы	8.2	Да	Да
3 Опробование	8.3	Да	Да
4 Проверка электрической прочности изоляции	8.4	Да	Нет
5 Проверка электрического сопротивления изоляции	8.5	Да	Нет
6 Определение метрологических характеристик	8.6	Да	Да
7 Оформление результатов поверки	9	Да	Да

2.2 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки, в соответствии с приказом от 02.07.2015 г. № 1815 Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации. Диапазоны (поддиапазоны) измерений (преобразований) абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения, разности давлений и гидростатического давления указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Диапазоны (поддиапазоны) измерений (преобразований) ЭКМ-1005, ЭКМ-2005 абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения, разности давлений и гидростатического давления

Модификация и исполнение	Код модели	Номер верхнего предела (диапазона (поддиапазона)) измерений (преобразований), глубина перенастройки ($P_B: P_{ВМАХ}$) и ряд верхних пределов (диапазонов (поддиапазонов)) измерений (преобразований) ^{1) 2)}			
		1 ($P_{ВМАХ}$)	2	3	4
		1:1	1:1,6	1:2,5	1:4
Манометры электронные абсолютного давления ЭКМ-1005-ДА ЭКМ-1005Ех-ДА ЭКМ-1005Ехd-ДА ЭКМ-1005Ехdia-ДА ЭКМ-2005-ДА ЭКМ-2005А-ДА ЭКМ-2005Ехd-ДА ЭКМ-2005АЕхd-ДА	AM250	250 кПа	160 кПа	100 кПа	60 кПа
	AM2,5M AK2,5M	2,5 МПа	1,6 МПа	1,0 МПа	0,6 МПа

Продолжение таблицы 2

Модификация и исполнение	Код модели	Номер верхнего предела (диапазона (поддиапазона)) измерений (преобразований), глубина перенастройки ($P_B: P_{ВМАХ}$) и ряд верхних пределов (диапазонов (поддиапазонов)) измерений (преобразований) ^{1) 2)}			
		1 ($P_{ВМАХ}$)	2	3	4
		1:1	1:1,6	1:2,5	1:4
Манометры электронные избыточного давления ЭКМ-1005-ДИ ЭКМ-1005Ех-ДИ ЭКМ-1005Ехd-ДИ ЭКМ-1005Ехdia-ДИ ЭКМ-2005-ДИ ЭКМ-2005А-ДИ ЭКМ-2005Ехd-ДИ ЭКМ-2005АЕхd-ДИ	ИМ16	16 кПа	10 кПа	6,0 кПа	4,0 кПа
	ИМ100	100 кПа	60 кПа	40 кПа	25 кПа
	ИМ250 ИК250	250 кПа	160 кПа	100 кПа	60 кПа
	ИМ600	600 кПа	400 кПа	250 кПа	160 кПа
	ИМ1,6М ИК1,6М	1,6 МПа	1,0 МПа	0,6 МПа	0,4 МПа
	ИМ2,5М	2,5 МПа	1,6 МПа	1,0 МПа	0,6 МПа
	ИМ6М ИК6М	6,0 МПа	4,0 МПа	2,5 МПа	1,6 МПа
	ИМ16М	16 МПа	10 МПа	6,0 МПа	4,0 МПа
	ИМ60М	60 МПа	40 МПа	25 МПа	16 МПа
	ИМ100М	100 МПа	60 МПа	40 МПа	25 МПа
Манометры электронные избыточного давления-разрежения ³⁾ ЭКМ-1005-ДИВ ЭКМ-1005Ех-ДИВ ЭКМ-1005Ехd-ДИВ ЭКМ-1005Ехdia-ДИВ ЭКМ-2005-ДИВ ЭКМ-2005А-ДИВ ЭКМ-2005Ехd-ДИВ ЭКМ-2005АЕхd-ДИВ	ВН2,5	-1,25 кПа	-0,8 кПа	-0,5 кПа	-0,3 кПа
		1,25 кПа	0,8 кПа	0,5 кПа	0,3 кПа
	ВН6	-3 кПа	-2 кПа	-1,25 кПа	-0,8 кПа
		3 кПа	2 кПа	1,25 кПа	0,8 кПа
	ВМ150	-100 кПа	-100 кПа	-50 кПа	-30 кПа
		150 кПа	60 кПа	50 кПа	30 кПа
	ВМ300	-100 кПа	-100 кПа	-100 кПа	-50 кПа
		300 кПа	150 кПа	60 кПа	50 кПа
	ВМ500 ВК500	-100 кПа	-100 кПа	-100 кПа	-100 кПа
		500 кПа	300 кПа	150 кПа	60 кПа
	ВМ1,5М	-0,1 МПа	-0,1 МПа	-0,1 МПа	-0,1 МПа
		1,5 МПа	0,9 МПа	0,5 МПа	0,3 МПа
	ВМ2,4М ВК2,4М	-0,1 МПа	-0,1 МПа	-0,1 МПа	-0,1 МПа
		2,4 МПа	1,5 МПа	0,9 МПа	0,5 МПа
Манометры электронные разности давлений ЭКМ-1005-ДД ЭКМ-1005Ех-ДД ЭКМ-1005Ехd-ДД ЭКМ-1005Ехdia-ДД ЭКМ-2005-ДД ЭКМ-2005А-ДД ЭКМ-2005Ехd-ДД ЭКМ-2005АЕхd-ДД	ДМ40	40 кПа	25 кПа	16 кПа	10 кПа
	ДМ100	100 кПа	63 кПа	40 кПа	25 кПа
	ДМ250	250 кПа	160 кПа	100 кПа	63 кПа
	ДМ630	630 кПа	400 кПа	250 кПа	160 кПа
	ДМ2,5М	2,5 МПа	1,6 МПа	1,0 МПа	0,63 МПа
	ДМФВ10	10 кПа	6,3 кПа	4,0 кПа	2,5 кПа
	ДМФВ40	40 кПа	25 кПа	16 кПа	10 кПа
	ДМФВ250	250 кПа	160 кПа	100 кПа	63 кПа
	ДМФВ2,5М	2,5 МПа	1,6 МПа	1,0 МПа	0,63 МПа
	ДН1	1 кПа	0,6 кПа	0,4 кПа	0,25 кПа
ДН2,5	2,5 кПа	1,6 кПа	1,0 кПа	0,6 кПа	
Манометры электронные гидростатического давления (уровень) ЭКМ-1005-ДГ ЭКМ-1005Ех-ДГ ЭКМ-1005Ехd-ДГ ЭКМ-1005Ехdia-ДГ ЭКМ-2005-ДГ ЭКМ-2005А-ДГ ЭКМ-2005Ехd-ДГ ЭКМ-2005АЕхd-ДГ	ГМ16	16 кПа	10 кПа	6,0 кПа	4 кПа
	ГМ100	100 кПа	60 кПа	40 кПа	25 кПа
	ГМ250	250 кПа	160 кПа	100 кПа	60 кПа

Продолжение таблицы 2

¹⁾ Знак «-» означает разрежение.

²⁾ Нижний предел измерений (преобразований) равен нулю.

³⁾ Для ЭКМ-1005-ДИВ, ЭКМ-2005-ДИВ число в верхней строке – верхний предел разрежения, в нижней – верхний предел избыточного давления.

Примечание - P_{VMAX} - максимальный верхний предел (диапазон) измерений (преобразований) для данной модели ЭКМ (сумма абсолютных максимальных значений верхних пределов измерений (преобразований) избыточного давления (P_{MAX}) и разрежения ($P_{MAX(-)}$) для манометров ДИВ).

P_V – верхний предел (поддиапазон) измерений (преобразований) модели. Для манометров ДИВ – сумма абсолютных значений верхних пределов измерений (преобразований) избыточного давления (P_V) и разрежения ($P_{V(-)}$).

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

Таблица 3 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (метрологические характеристики)
Основные средства поверки			
1	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух	8.2, 8.3, 8.6	№ 42701-09 (Диапазон измерений: от 0,02 до 40 кПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,015$ % от действительного значения измеряемого параметра).
2	Задатчик разрежения Метран-503 Воздух	8.2, 8.3, 8.6	№ 25940-03 (Диапазон воспроизведения давления: от минус 0,25 до минус 63 кПа, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm 0,02$ %).
3	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012»	8.2, 8.3, 8.6	№ 56318-14 (Диапазон измерений тока: от 0 до 25 мА, основная погрешность: $\pm (10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА).
4	Калибратор давления пневматический «ЭЛЕМЕР-ПКД-260»	8.2, 8.3, 8.6	№ 70755-18 (Диапазон воспроизведения и измерений: от 0 до 600 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm(0,01+\text{пр})$ - от 0 до 200 кПа включ., $\pm(0,03 \cdot P/P_B+\text{пр})$ – св. 200 до 600 кПа. Диапазон воспроизведения и измерений: от 0 до 2,5 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm(0,01+\text{пр})$ - от 0 до 0,83 МПа включ., $\pm(0,03 \cdot P/P_B+\text{пр})$ – св. 0,83 до 2,5 МПа. Диапазон воспроизведения и измерений: от 0 до 16 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm(0,01+\text{пр})$ - от 0 до 5,3 МПа включ., $\pm(0,03 \cdot P/P_B+\text{пр})$ – св. 0,83 до 2,5 МПа. Примечание - пр – одна единица наименьшего разряда. Диапазон измерений: от 0 до 25 мА; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(10^{-4} \cdot I+1)$ мкА).
5	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И	8.2, 8.3, 8.6	№ 58668-14 (Диапазон измерений: от 0 до 60 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,05$ %)

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (метрологические характеристики)
6	Калибратор давления автоматический «ЭЛЕМЕР-АКД-12КИ»	8.2, 8.3, 8.6	№ 64273-16 (Диапазоны измерений давления: абсолютное давление: от 0 до 120 кПа, от 0 до 600 кПа, от 0 до 2,5 МПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: от $\pm 0,012$ до $\pm 0,06$ кПа, от $\pm 0,025$ до $\pm 0,3$ кПа, от $\pm 0,06$ до $\pm 1,25$ кПа, избыточное давление: от 0 до 100 кПа, от 0 до 600 кПа, от 0 до 2,5 МПа, от 0 до 6 МПа, от 0 до 10 МПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: от $\pm 0,0025$ до $\pm 0,05$ кПа, от $\pm 0,06$ до $\pm 0,3$ кПа, от $\pm 0,06$ до $\pm 1,25$ кПа, от $\pm 0,25$ до ± 3 кПа, от $\pm 0,25$ до ± 5 кПа, избыточное-разрежение: от -10 до +10 кПа, от -100 до +600 кПа, от -0,1 до +2,5 МПа, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: от $\pm 0,0025$ кПа до $\pm 0,005$ кПа, от $\pm 0,016$ до $\pm 0,3$ кПа, от $\pm 0,06$ до $\pm 1,25$ кПа; диапазон измерений тока: от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 0,003$ мА (для 20 мА).
7	Манометр грузопоршневой МП, мод. МП-1000	8.2, 8.3, 8.6	№ 52189-16 (диапазон измерений избыточного давления от 0,2 до 100 МПа, класс точности 0,01)
Вспомогательные средства поверки (оборудование)			
8	Установка для проверки электрической безопасности GPI-745A	8.4	№ 46633-11 (Диапазон выходных напряжений переменного тока частотой 50 Гц: от 100 до 5000 В).
9	Мегаомметр 4102/1-1М, Ф4102/2-1М	8.5	№ 9225-88 (Диапазон измерений: от 0 до 10000 МОм).

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (метрологические характеристики)
10	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030	8.2, 8.3, 8.6	№ 63044-16 (Диапазон измерений: от 0 до 110 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,5$ %).
11	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 190Е	8.2	№ 63044-16 (Диапазон измерений: от 1,6 до 100 МПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,2$ %).
12	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 350	8.2	№ 63044-16 (Диапазон измерений: от -100 до 500 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,2$ %).
13	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 320	8.2	№ 63044-16 (Диапазон измерений: от -20 до 20 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,2$ %).
14	Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10	8.2, 8.3, 8.6	№ 27728-09 (Диапазон измерений относительной влажности: от 0 до 100 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: ± 3 %, диапазон измерений температуры: от 0 до 100 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры: 0,4 °С).
15	Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТРАТ-002	6.1	№ 17396-98
16	Анализатор шума и вибрации АССИСТЕНТ	6.1	№ 39671-08
17	Вольтметры универсальные В7-78/1	6.1	№ 69742-17
18	Источники питания постоянного тока БП 906	8.1 - 8.6	(Номинальное выходное напряжение: - БП 906/24 24 В; - БП 906/36 36 В. Допускаемое отклонение напряжения от номинального: ± 2 %).

Примечания
1 Все перечисленные в таблице 3 средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.
2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ЭКМ с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководства по эксплуатации на ЭКМ и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При поверке ЭКМ выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Условия проведения поверки:

- | | |
|---|---|
| 1) температура окружающего воздуха, °С | от +21 до +25; |
| 2) относительная влажность окружающего воздуха, % | от 30 до 80; |
| 3) атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 84,0 до 106,7
(от 630 до 800); |
| 4) напряжение питания, В | 36,00±0,72
или 24,00±0,48
для ЭКМ-1005, ЭКМ 2005;
220±5
для ЭКМ-2005; |

5) пульсация напряжения питания не должна превышать ±0,5 % значения напряжения питания;

6) нагрузочное сопротивление - в соответствии с руководствами по эксплуатации.

6.2 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха используют преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10.

6.3 Для контроля атмосферного давления используют преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030.

6.4 Для питания ЭКМ используют источники питания постоянного тока БП 906.

6.5 Для контроля напряжения питания используют вольтметр универсальный В7-78/1.

6.6 Для контроля внешних электрических и магнитных полей используют измерители параметров электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТРАТ-002.

6.7 Для контроля вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу ЭКМ, используют анализатор шума и вибрации АССИСТЕНТ.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– изучают эксплуатационные документы наверяемые ЭКМ, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;

– выдерживают ЭКМ в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1.1)-6.1.3), в течение 4 ч;

– подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7.2 Рабочая среда для ЭКМ с верхними пределами до 16 МПа включительно - воздух или нейтральный газ, более 16 МПа - жидкость; допускается использовать жидкость при поверке ЭКМ с верхними пределами измерений от 0,4 до 16 МПа при условии обеспечения тщательного заполнения системы жидкостью.

7.3 Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу ЭКМ.

7.4 Вибрация, тряска, удары, влияющие на работу ЭКМ в процессе поверки, должны отсутствовать.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

При наличии дефектов покрытий, влияющих на работоспособность ЭКМ, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность их дальнейшего применения.

8.1.2 У каждого ЭКМ проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

Результаты считают положительными, если отсутствуют механические повреждения, маркировка и комплектность соответствуют требованиям эксплуатационной документации, в наличии имеется паспорт с отметкой ОТК.

8.2 Проверка герметичности системы

8.2.1 Проверку герметичности системы проводят при значении давления, равном максимальному верхнему пределу измерений (преобразований) поверяемого ЭКМ.

8.2.2 Проверку герметичности системы проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3.

8.2.3 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки ЭКМ, на место поверяемого ЭКМ устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена, или любое другое СИ, имеющее погрешность (приведенную к значениям давления, указанным в п. 8.2.1 не более 2,5 % и позволяющее фиксировать изменение давления, равное 0,5 % заданного значения давления.

8.2.4 Основные средства поверки подключают к преобразователю согласно руководству по эксплуатации.

8.2.5 Заземляют используемые приборы.

8.2.6 Создают давление, указанное в п. 8.2.1 и отключают источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерения, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падения давления.

При изменении температуры окружающего воздуха и изменении температуры измеряемой среды в пределах ± 1 °С допускается изменение давления, не превышающее значений, указанных в таблице 4.

Суммарное время выдержки под давлением может быть увеличено до 15 мин, а изменение давления за последние 5 мин также не должно превышать значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Верхний предел измерений (преобразований)		Допускаемое изменение давления при проверке, % верхнего предела измерений (преобразований)	
кПа	МПа	пневматическим давлением	гидравлическим давлением
4,0; 6,0; 10	-	$\pm 3,5$	-
16; 25	-	$\pm 1,2$	-
40; 60; 100; 160; 250; 400; 600	1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16	$\pm 0,6$	± 10
-	25; 40; 60; 100	-	± 5

При меньшем изменении температуры допускаемое изменение давления пропорционально уменьшается.

8.2.7 Если система предназначена для поверки ЭКМ с разными значениями верхних пределов измерений (преобразований), проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

Результаты считают положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяют работоспособность, функционирование подстройки «нуля» и герметичность ЭКМ.

8.3.2 Проверку работоспособности проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3 и калибратора-измерителя унифицированных сигналов прецизионного «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (далее - «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012») для ЭКМ с аналоговым выходом в следующей последовательности:

1) Подключают основные средства поверки к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.

2) Заземляют используемые приборы.

3) Подготавливают и включают ЭКМ и используемые приборы в соответствии с руководствами по эксплуатации.

4) Работоспособность ЭКМ проверяют, изменяя давление с помощью основных средств поверки в соответствии таблицей 3 от нижнего до верхнего предельного значения.

5) При этом наблюдают изменение показаний на индикаторе и изменение выходного сигнала на «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» для ЭКМ с аналоговым выходом.

Работоспособность ЭКМ избыточного давления-разрежения проверяют только при избыточном давлении.

8.3.3 Проверку функционирования подстройки «нуля» проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3 в следующей последовательности:

1) Подключают основные средства поверки к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.

2) Заземляют используемые приборы.

3) Подготавливают и включают ЭКМ и используемые приборы в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

4) Задав одно (любое) значение измеряемой величины вблизи нулевого давления, в пределах $\pm 2,5$ % от диапазона измерений (преобразований), подстройкой «нуля» устанавливают показания индикатора равные нулю.

5) Затем устанавливают измеряемую величину, равную атмосферному давлению, на входе ЭКМ и проводят сброс введенного смещения нуля в соответствии с описанием в руководстве по эксплуатации.

8.3.4 Проверку герметичности ЭКМ рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности измерений (преобразований) по п. 8.6.

Методика проверки герметичности ЭКМ аналогична методике проверки герметичности системы по п. 8.2. В случае обнаружения негерметичности системы с поверяемым ЭКМ следует проверить отдельно систему и поверяемый ЭКМ.

Результаты считают положительными, если при изменении давления происходит изменение показаний по индикатору и пропорциональное изменение выходного сигнала для ЭКМ с аналоговым выходом, есть возможность осуществить подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации и ЭКМ герметичен.

8.4 Проверка электрической прочности изоляции

8.4.1 Проверку электрической прочности изоляции производят между цепями питания относительно корпуса, цепями питания 220 В относительно корпуса и токового выхода, между цепями токового выхода относительно корпуса, между цепями питания 24 В (36 В) и токового выхода относительно корпуса и между собой с помощью установки GPI-745A (да-

лее – установка), позволяющей поднимать напряжение равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения, в следующей последовательности:

- 1) Подключают установку к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.
- 2) Заземляют используемые приборы.
- 3) Подготавливают и включают установку в соответствии с руководствами по эксплуатации.

4) Подают испытательное напряжение практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц в соответствии с руководством по эксплуатации.

Испытательное напряжение следует повышать, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное напряжение цепи, до испытательного в течение не более 30 с.

Погрешность измерения испытательного напряжения не должна превышать $\pm 5\%$.

5) Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин.

6) Затем напряжение снижают до нуля или значения, не превышающего номинальное, после чего установку отключают.

Результаты считают положительными, если не произошло пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

8.5 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.5.1 Проверку электрического сопротивления изоляции производят с помощью мегаомметра Ф4102/1-1М в следующей последовательности:

1) Подключают мегаомметр Ф4102/1-1М к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.

2) Заземляют используемые приборы.

3) Подготавливают и включают мегаомметр Ф4102/1-1М в соответствии с руководством по эксплуатации.

4) Подают испытательное напряжение со значением 100 В между цепью питания ЭКМ относительно корпуса, между цепями питания 24 В и токового выхода относительно корпуса и между собой и со значением 500 В между цепями питания 220 В относительно корпуса и цепи токового выхода в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты считают положительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

8.6 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик заключается в определении основной приведенной (к нормирующему значению) погрешности измерений (преобразований) абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения, разности давлений и гидростатического давления (далее – основная приведенная погрешность), выходного токового сигнала (для ЭКМ с аналоговым выходом) и проверке вариации.

Примечание - здесь и далее за нормирующее значение принимается диапазон (поддиапазон) измерений (преобразований).

8.6.1 Определение основной приведенной погрешности для всех диапазонов (поддиапазонов) измерений (преобразований) проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3 и «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (для ЭКМ с аналоговым выходом) в следующей последовательности:

1) Подготавливают ЭКМ и основные средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

2) Подключают основные средства поверки к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.

3) Включают ЭКМ и основные средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

4) Проверяют и при необходимости производят подстройку нижнего и верхнего предела диапазона (поддиапазона) измерений (преобразований) в соответствии с руководством по эксплуатации.

5) По основному средству поверки в соответствии с таблицей 3 на входе ЭКМ устанавливают номинальное измеряемое давление, по индикатору определяют измеренное значение давления ($P_{инд.}$) и измеряют выходной сигнал ЭКМ с помощью «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (для ЭКМ с аналоговым выходом).

6) Основную приведенную погрешность ЭКМ определяют как максимальное отклонение измеренных значений выходного сигнала от расчетных по методике, указанной в п. 8.6.2.1-8.6.2.3.

7) Поверку ЭКМ производят при значениях измеряемого давления, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 - Значение измеряемого давления в поверяемой точке

Условное обозначение верхнего предела (диапазона) измерений (преобразований)	Глубина перенастройки ($P_V : P_{VMAX}$)	Значение измеряемого давления в поверяемой точке, % от диапазона (поддиапазона) измерений (преобразований), для			
		ЭКМ избыточного давления-разрежения			ЭКМ абсолютного давления, избыточного давления, разности давлений и гидростатического давления
		ВН6 ВН2,5 ВМ150	ВМ300	ВМ1,5М ВМ2,4М ВК2,4М ВМ500 ВК500	
1	1:1	0 (5); 25; 50; 75; 100 (95)	0 (5); 25; 50; 75; 100 (95)	0 (5); 25; 50; 75; 100 (95)	0 (5); 25; 50; 75; 100 (95)
2	1:1,6	0 (5); 100 (95)	100 (95)	100 (95)	100 (95)
3	1:2,5	0 (5); 100 (95)	0 (5); 100 (95)	100 (95)	100 (95)
4	1:4	0 (5); 50; 100 (95)	0 (5); 50; 100 (95)	0 (5); 50; 100 (95)	0 (5); 50; 100 (95)

8) Основную приведенную погрешность определяют при значении измеряемого давления, полученном при приближении к нему как со стороны меньших, так и со стороны больших значений (при прямом и обратном ходе).

9) Перед проверкой при обратном ходе ЭКМ выдерживают в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения давления.

10) Поверку рекомендуется проводить, начиная с меньших поддиапазонов.

11) После перехода на меньший поддиапазон ЭКМ выдерживают в течение 5 мин под воздействием нулевого давления.

Результаты считают положительными, если полученные значения основной приведенной погрешности измерений (преобразований) не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

8.6.2 Определение основной приведенной погрешности для отдельного (конкретного) диапазона (поддиапазона) измерений (преобразований)

По требованию потребителей допускается поверка ЭКМ в конкретном диапазоне (поддиапазоне) измерений (преобразований).

Основную приведенную погрешность для конкретного диапазона (поддиапазона) измерений (преобразований) определяют в поверяемых точках, соответствующих 0 (5), 25, 50, 75 и 100 (95) % диапазона (поддиапазона) в следующей последовательности:

1) Подготавливают ЭКМ и основные средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

2) Подключают основные средства поверки к ЭКМ согласно руководству по эксплуатации.

3) Включают ЭКМ и основные средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

4) Проверяют и при необходимости производят подстройку нижнего и верхнего предела диапазона (поддиапазона) измерений (преобразований) в соответствии с руководством по эксплуатации.

5) По основному средству поверки в соответствии с таблицей 3 на входе ЭКМ устанавливают номинальное измеряемое давление, по индикатору определяют измеренное значение давления ($P_{инд.}$) и измеряют выходной сигнал ЭКМ с помощью «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (для ЭКМ с аналоговым выходом).

6) Основную приведенную погрешность ЭКМ определяют как максимальное отклонение измеренных значений выходного сигнала от расчетных по методике, указанной в п. 8.6.2.1-8.6.2.3.

7) Основную приведенную погрешность определяют при значении измеряемого давления, полученном при приближении к нему как со стороны меньших, так и со стороны больших значений (при прямом и обратном ходе).

8) Перед проверкой при обратном ходе ЭКМ выдерживают в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения давления.

9) Результаты считают положительными, если полученные значения основной приведенной погрешности измерений (преобразований) не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

8.6.2.1 Основную приведенную погрешность показаний измеренного давления, $\gamma_{инд}$, вычисляют по формуле

$$\gamma_{инд} = \frac{P_{инд} - P_{э}}{P_B - P_H} \cdot 100 \% , \quad (8.1)$$

где $P_{инд}$ – значение давления, отображенное на индикаторе ЭКМ, кПа (МПа);
 $P_{э}$ – давление, установленное на входе ЭКМ по эталонному средству измерений, кПа (МПа);
 P_B и P_H – верхний и нижний пределы измерений (преобразований) давления, кПа (МПа).

8.6.2.2 Основную приведенную погрешность аналогового выхода ЭКМ, γ_I , вычисляют по формуле

$$\gamma_I = \frac{I - I_P}{I_B - I_H} \cdot 100 \% , \quad (8.2)$$

где I – измеренное значение выходного сигнала, мА;
 I_P – расчетное значение выходного сигнала силы постоянного тока, мА, соответствующее проверяемому значению измеряемого давления и вычисляемое при линейно-возрастающей зависимости по формуле (8.3), при корнеизвлекающей возрастающей характеристике по формуле (8.4).

$$I = I_H + \frac{(I_B - I_H)}{(P_B - P_H)} \cdot (P - P_H) , \quad (8.3)$$

$$I = \sqrt{\frac{P - P_H}{P_B - P_H}} \cdot (I_B - I_H) + I_H , \quad (8.4)$$

где I_B , I_H – верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала силы постоянного тока, мА;

P – значение измеряемого давления, кПа (МПа);

P_B – верхний предел (диапазон (поддиапазон)) измерений

(преобразований)давления, для манометров ДИВ – сумма абсолютных значений верхних пределов измерений (преобразований) избыточного давления (P_B) и разрежения ($P_{B(-)}$), кПа (МПа);

P_H – нижний предел измерений (преобразований) давления, кПа (МПа).

8.6.2.3 При использовании «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» основную приведенную погрешность ЭКМ, γ_D , вычисляют по формуле

$$\gamma_D = \frac{P - P_{\text{Э}}}{P_B - P_H} \times 100\%, \quad (8.5)$$

где P – значение давления, измеренное «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012», кПа (МПа);

$P_{\text{Э}}$ – давление, установленное на входе ЭКМ по эталонному средству измерений, кПа (МПа);

P_B и P_H – верхний и нижний пределы измерений (преобразований) давления, кПа (МПа).

8.6.3 Определение вариации

Определение вариации выходного сигнала совмещают с определением основной погрешности при каждом поверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений (преобразований). Вариацию определяют как разность между значениями выходного сигнала ЭКМ, соответствующую одному и тому же значению измеряемого давления, полученному при прямом и обратном ходе.

Вариацию выходного сигнала γ' , %, вычисляют по формулам

$$\gamma'_{\text{инд}} = \left| \frac{P_{\text{инд.пр}} - P_{\text{инд.об}}}{P_B - P_H} \right| \cdot 100\%, \quad (8.6)$$

$$\gamma'_{I} = \left| \frac{I_{\text{пр}} - I_{\text{об}}}{I_B - I_H} \right| \cdot 100\%, \quad (8.7)$$

$$\gamma'_{D} = \left| \frac{P_{\text{пр}} - P_{\text{об}}}{P_B - P_H} \right| \cdot 100\%, \quad (8.8)$$

где $P_{\text{инд.пр}}$, $P_{\text{инд.об}}$, $I_{\text{пр}}$, $I_{\text{об}}$, $P_{\text{пр}}$, $P_{\text{об}}$ – значения выходного сигнала для одной и той же поверяемой точки, соответственно, при прямом и обратном ходе, кПа (МПа, мА);

I_B , I_H – то же, что в п.8.6.2.2;

P_B , P_H – то же, что в п.8.6.2.2.

Для определения вариации выходного сигнала допускается использовать формулы

$$\gamma'_{\text{инд}} = |\gamma_{\text{инд.пр}} - \gamma_{\text{инд.об}}|, \quad (8.9)$$

$$\gamma'_{I} = |\gamma_{I.\text{пр}} - \gamma_{I.\text{об}}|, \quad (8.10)$$

$$\gamma'_{D} = |\gamma_{D.\text{пр}} - \gamma_{D.\text{об}}|, \quad (8.11)$$

где $\gamma_{\text{инд.пр}}$, $\gamma_{\text{инд.об}}$ – основная приведенная погрешность показаний измеренного давления для одной и той же поверяемой точки, соответственно при прямом и обратном ходе, определенной по формуле 8.1, %;

$\gamma_{I.\text{пр}}$, $\gamma_{I.\text{об}}$ – основная приведенная погрешность аналогового выхода ЭКМ для одной и той же поверяемой точки, соответственно при прямом и обратном ходе, определенной по формуле 8.2, %;

$\gamma_{д.пр}$, $\gamma_{д.об}$ - основная приведенная погрешность аналогового выхода ЭКМ при использовании «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» для одной и той же поверяемой точки, соответственно при прямом и обратном ходе, определенной по формуле 8.5, %.

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения вариации не превышают 0,5 предела основной погрешности измерений (преобразований).

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Положительные результаты поверки ЭКМ оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденном приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, от 28 декабря 2018 г. № 5329 или отметкой в паспорте и нанесением знака поверки.

9.1.1 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

9.2 При отрицательных результатах поверки ЭКМ не допускаются к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения.

После устранения обнаруженных неисправностей проводят повторную поверку, результаты повторной поверки - окончательные.

9.3 Отрицательные результаты поверки ЭКМ оформляют извещением о непригодности формы, установленной в документе «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденном приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а ЭКМ не допускают к применению.

Разработчики настоящей методики:

Начальник ОС и ТД
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»



Л. И. Толбина

Заместитель начальника
отдела испытаний ООО «ИЦРМ»



Ю. А. Винокурова