

ОКП РБ 33.20.53




Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

рН-МЕТР - МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ТИПА рН-150М
рН-МЕТР - ИОНОМЕРЫ ТИПА рХ-150М17
Методика поверки

1Е2.840.858 Д2

МП.МН 411-98

Разработчик
Главный инженер ГМП "Шлях"
П.Э. Марченко



Верно с 1 по 16 с/ф

~ ~

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на рН-метры-иономеры типа рХ-150МП (исполнения рХ-150МП и рН-150МП) и рН-метры типа рН-150М ТУ 25-7410.003-86 (далее- приборы) и устанавливает методику их поверки.

Межповерочный интервал прибора – 12 месяцев.

Примечание – Далее в тексте МП обозначение «рХ-150МП» включает в себя оба исполнения прибора. Если конкретные положения МП распространяются только на одно из исполнений, применяется выражение «исполнение рХ-150МП» или «исполнение рН-150МП».

1 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Наименование средства поверки; номер НД, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и основные технические характеристики	Обязательность проведения операции при		
			выпуске из производства	выпуске после ремонта	эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5	6
Внешний осмотр	5.1	-	Да	Да	Да
Проверка сопротивления изоляции между цепью сети и зажимом защитного заземления	5.2	Мегомметр М4100/3 ГОСТ23706-79; диапазон показаний от 0 до 500 МОм; номинальное напряжение 500 В; класс точности 1,0	Нет	Да	Нет
Опробование	5.3	-	Да	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности показаний преобразователя - в режиме t - в режиме Eh - в режиме рХ	5.4.1	Имитатор электродной системы И-02 ТУ 25-05.2141-76 $R_{и} = 0, (1000 \pm 250) \text{ МОм}$; $R_{в} = 0, (20 \pm 0,2) \text{ кОм}$; Компаратор напряжения Р3003 ТУ25-04.3771-79, диапазон калиброванных напряжений от 0 до 11,11 В, класс точности 0,0005; Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ23737-79, диапазон показаний от 0,01 до 10^5 Ом , класс точности 0,02/2- 10^6 . Автотрансформатор регулировочный типа РНО-250-2А СЖМО.073.000ТУ; предел регулирования от 0 до 250 В	Да	Да	Да
	5.4.2				
	5.4.3				
Определение дополнительной погрешности показаний преобразователя, обусловленной изменением сопротивления электрода - измерительного; - вспомогательного	5.4.4	Имитатор электродной системы И-02 ТУ25-05.2141-76 $R_{и} = 0, (1000 \pm 250) \text{ МОм}$; $R_{в} = 0, (20 \pm 0,2) \text{ кОм}$; Компаратор напряжения Р3003 ТУ25-04.3771-79, диапазон калиброванных напряжений от 0 до 11,11 В, класс точности 0,0005; Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ23737-79, диапазон показаний от 0,01 до 10^5 Ом , класс точности 0,02/2- 10^6 . Автотрансформатор регулировочный типа РНО-250-2А СЖМО.073.000ТУ; предел регулирования от 0 до 250 В	Да	Да	Да
	5.4.5				



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Определение абсолютной погрешности термокомпенсации преобразователя	5.4.6	Имитатор электродной системы И-02 ТУ25-05.2141-76 R _и = 0, (1000 ± 250) МОм, R _в = 0, (20 ± 0,2) кОм; Компаратор напряжения Р3003 ТУ25-04.3771-79, диапазон калиброванных напряжений от 0 до 11,11 В, класс точности 0,0005; Магазин сопротивлений Р4831 ГОСТ23737-79, диапазон показаний от 0,01 до 10 ⁵ Ом, класс точности 0,02/2·10 ⁻⁶ . Автотрансформатор регулировочный типа РНО-250-2А СЖМО.073.000ТУ, предел регулирования от 0 до 250 В	Да	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности измерений прибора - в режиме t; - в режиме рХ	5.4.7.1 5.4.7.2	Стандарт-титры для приготовления образцовых буферных растворов 2-го разряда ГОСТ 8.135-2004 типов 5,9,14 Термометры ртутные ТЛ-4 ТУ25-2021.003-88, диапазоны измерений от 0 до 55 °С и от 50 до 105 °С, цена деления 0,5 °С (0,1 °С для рХ-150МП) Ультра-термостат типа U10, диапазон регулирования температуры от комнатной до 100 °С, точность регулирования ± 0,2 °С	Нет Нет	Нет Нет	Да Да
<i>Примечание</i> - Допускается применять другие средства проверки, не приведенные в таблице, обеспечивающие определение метрологических характеристик прибора с требуемой точностью.					

2 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на прибор.

3 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1) температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5; |
| 2) относительная влажность, % | от 30 до 80; |
| 3) атмосферное давление, кПа
(мм. рт. ст.) | от 84 до 106,7
(от 630 до 800); |
| 4) напряжение питания, В | 230 ± 23; |
| 5) частота тока питания, Гц | 50 ± 0,5; |
| 6) температура анализируемой среды, °С | 20 ± 2; |
| 7) сопротивление имитатора автоматического термокомпенсатора (магазина сопротивлений)
при 20 °С, Ом | |
| - рХ-150МП | 1400,0; |
| - рН-150М | 903,3; |
| 8) температура, вводимая ручной установкой при ручной термокомпенсации, °С | 20,0; |
| 9) сопротивление имитатора электродов | |
| - измерительного, МОм | 0; |
| - вспомогательного, кОм | 0; |
| 10) вибрация, тряска, удары, влияющие на качество функционирования прибора | отсутствуют. |

1	2	3	4	5	6	7
100,0	-1,00	363,72				
	14,00	-746,90				
120,0	-1,00	384,55				
	14,00	-785,59				
150,0	-1,00	415,80				
	14,00	-843,63				

б) при автоматической термокомпенсации

Rt, Ом, для		Точка измерения рХном, рХ	Етном, мВ	Измеренные значения для			
рХ-150МП,	рН-150МП			рХ-150МП,		рН-150М	
				рХt	Δт.к, рХ	Ет, мВ	Δт.к, рХ
1235,5	1014,6	-1,00	249,13				
(-10,0)	(-10,0)	14,00	-534,09				
1290,3	977,5	-1,00	259,54				
(0,0)	(0,0)	14,00	-553,44				
1400,0	903,3	-1,00	280,38				
(20,0)	(20,0)	14,00	-592,13				
1509,7	829,1	-1,00	301,21				
(40,0)	(40,0)	14,00	-630,82				
1619,4	755,0	-1,00	322,05				
(60,0)	(60,0)	14,00	-669,52				
1729,0	680,8	-1,00	342,88				
(80,0)	(80,0)	14,00	-708,10				
1838,7	606,6	-1,00	363,72				
(100,0)	(100,0)	14,00	-746,90				
1948,4	-	-1,00	384,55				
(120,0)		14,00	-785,59				

Абсолютная погрешность термокомпенсации преобразователя не превышает ± 0,03 рХ.

7 Определение основной абсолютной погрешности измерений прибора

В режиме t			В режиме рХ			
Показания термометра tк, °С	Измеренное значение t, °С	Δ t, °С	t, °С	Номинальное значение рХ	Измеренное значение рХ	Δ рХ, рХ

Основная абсолютная погрешность не превышает

- в режиме t: - ± 1,0 °С для рХ-150МП; рН-150МП; ± 2 °С для рН-150 М;
- в режиме рХ: ± 0,05 рХ.

Заключение _____

Поверку проводил _____
Дата поверки _____



для рН-150М

Точка измерения (рХном), рХ	Еном, мВ	Измеренные значения				
		Е1, мВ	ΔрХ1, рХ	Е2, мВ	ΔрХ2, рХ	ΔрХ, рХ
-1,00	280,36					
4,00	-10,46					
14,00	-592,13					

Основная абсолютная погрешность показаний преобразователя не превышает $\pm 0,02$ рХ.

5 Определение дополнительных погрешностей показаний преобразователя, обусловленных изменением сопротивлений измерительного (Rи) и вспомогательного (Rв) электродов

Влияющая величина и ее значение	Измеренное значение для точек измерения N, рХ	
	Е, мВ	
	-1,00	14,00
а) Rи, МОм		
0		
1000		
б) Rв, кОм		
0		
20		
δRв, пределов осн. погрешности		

Дополнительные погрешности не превышают 1,0 предела основной погрешности

6 Определение абсолютной погрешность термокомпенсации преобразователя

а) при ручной термокомпенсации

t, °C	Точка измерения, рХном, рХ	Еном, мВ	Измеренные значения для			
			рХ-150МП, рН-150МП		рН-150М	
			рХt	Δт.к, рХ	Еt, мВ	Δт.к, рХ
-10,0	-1,00	249,13				
	14,00	-534,09				
0,0	-1,00	259,54				
	14,00	-553,44				
20,0	-1,00	280,38				
	14,00	-592,13				
40,0	-1,00	301,21				
	14,00	-630,82				
60,0	-1,00	322,05				
	14,00	-669,52				
80,0	-1,00	342,88				
	14,00	-708,10				



4 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- убедиться в сохранности частей прибора, имеющих детали из стекла (измерительный и вспомогательный электроды, термокомпенсатор ТКА, преобразователь);
- выдержать прибор в распакованном виде не менее 24 ч при температуре (20 ± 5) °C и относительной влажности, не более 80 %;
- выбрать измерительный электрод для определения основной абсолютной погрешности прибора в режиме рХ:
 - для приборов рН-150М и исполнения рН-150МП – электрод, входящий в комплект их поставки, или электрод для измерения рН другого типа, прошедший поверку.
 - для исполнения рХ-150МП – электрод для измерения рН любого типа (например, входящий в комплект поставки рН-150М, рН-150МП). Результаты поверки с электродом для измерения рН гарантируют соответствие прибора установленным требованиям при измерении активности любых других ионов. Кроме того, используемые в этом случае стандартные растворы обеспечивают более достоверные результаты, чем растворы (нестандартные) для других ионов.

В качестве вспомогательного электрода использовать электрод хлорсеребряный насыщенный (например, электрод ЭВЛ-1М3.1, входящий в комплект поставки исполнения рХ-150МП);

- выбрать с учетом рекомендаций РЭ (для рХ-150 МП пункт 6.2 перечисление 2) и приготовить калибровочные растворы (рХ1, рХ2) для настройки прибора в режиме рХ и контрольный раствор (рХк) для проверки точности настройки и определения основной абсолютной погрешности. Состав и номинальные значения рН растворов приведены в приложении В. Растворы рХ1, рХ2, рХк приготавливать из стандарт-титров по ГОСТ 8.135-2004.

При использовании в качестве рХ1 раствора соляной кислоты рекомендуется в качестве рХ2 использовать указанный в приложении В раствор рХк (6,87 рН при 20 °C), а в качестве рХк – раствор рХ1 (4,00 рН при 20 °C);

- подготовить к работе средства измерений и вспомогательные устройства, выбранные для поверки (для рХ-150МП согласно 6.3 РЭ).

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр
При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- не допускаются дефекты корпуса, пятна, нечеткое изображение надписей на составных частях прибора;
- не допускается повреждение кабелей электродной системы и термокомпенсатора автоматического (ТКА);
- комплектность при выпуске из производства должна соответствовать перечню, приведенному в эксплуатационной документации. Состав комплекта прибора при остальных видах поверки определяется владельцем прибора и должен быть достаточным для проведения поверки по настоящей МП.

5.2 Проверка сопротивления изоляции между цепью сети и зажимом защитного заземления.
Сопротивление изоляции проверять на постоянном токе мегомметром с номинальным напряжением 500В, подключенным между закороченными штырями вилки шнура питания и обернутым в фольгу корпусом прибора.

Отсчет показаний производить после их установления, но не ранее, чем через 5 с.
Сопротивление изоляции должно быть не менее 200 МОм.

5.3 Опробование.

Опробование производится следующим образом:

- прибора рХ-150МП
 - подсоединить к преобразователю блок сетевого питания согласно 6.3.3 РЭ;
 - выполнить операции проверки функционирования согласно 6.4 РЭ;
 - проверить переключение режимов настроек путем последовательных нажатий кнопки «↑»: на цифровом табло должны индцироваться условное обозначение режима и позиция меню настроек согласно 4.4.2 РЭ.

б) прибора рН-150М

1) подключить к преобразователю блок сетевого питания. Нажать кнопку «ВКЛ» на панели преобразователя: на цифровом табло должно высвечиваться произвольное численное значение рН с дискретностью 0,01 и надпись РУЧН;

2) включить режим измерения температуры, нажимая кнопку РЕЖИМ. Вращая ручку РУЧН.ТЕМП., проверить возможность установки любого значения температуры в диапазоне от минус 10 до 100 °С.

3) подсоединить к разъему «Rt» преобразователя соответствующий провод, входящий в комплект поставки: на табло должна появиться надпись АВТО вместо надписи РУЧН;

4) проверить электрический ноль преобразователя, для чего:

- подключить к гнезду «Вход» перемычку, входящую в комплект поставки прибора;

- нажимая кнопку «Режим», установить индикацию на табло единицы измерения «mV»;

не более, чем через 1 мин, на табло должно установиться любое число от минус «002» до плюс «002».

5.4 Определение метрологических характеристик

Перед определением метрологических характеристик преобразователя выполнить соединения согласно рисунку А.1 приложения А и установить регулятор ручки регулятора напряжения в положение «220». При этом вольтметр рV допускается не подключать.

Прогрев прибора до начала измерений не менее 15 мин.

5.4.1 Определение основной абсолютной погрешности показаний преобразователя в режиме t.

Основную погрешность определять в точках измерения N (t °С), приведенных в таблице Б.1 приложения Б, следующим образом:

а) установить (для рХ-150МП) режим рХ и автоматическую термокомпенсацию (для рН-150М установить режим t) и произвести градуировку в режиме t согласно указаниям эксплуатационной документации (для рХ-150МП по 9.3.1 РЭ);

б) определить абсолютную погрешность показаний в точках измерения N:

1) преобразователя прибора рХ-150МП:

- устанавливая на магазине МС сопротивления, равные значениям Rt для точек измерения N, снимать соответствующие им показания (t, °С) в нижней строке цифрового табло;

2) преобразователя прибора рН-150М:

- изменяя сопротивление магазина МС, фиксировать его значения, при которых на цифровом табло значение N минус одна дискретность (N-1) изменится на N (сопротивление Rt1), затем значение N на N плюс одна дискретность (N+1) (сопротивление Rt2). Сопротивление магазина у точки N изменять плавно (с дискретностью 0,1 Ом) и только в одном направлении.

Абсолютную погрешность Δt , °С, для каждой точки измерения рассчитывать по формулам

$$\Delta t = t - t_{\text{ном}} \quad \text{для рХ-150МП,} \quad (4)$$

$$\Delta t = \frac{Rt - Rt_{\text{ном}}}{3,71} \quad \text{для рН-150М,} \quad (5)$$

где t – показания цифрового табло в точках измерения, °С;

$t_{\text{ном}}$ – номинальное значение температуры, равное значению точки измерения, °С;

Rt – значение сопротивления, зафиксированное на магазине для проверяемой точки измерений (из двух отсчетов Rt1 и Rt2 выбирать значение, дающее максимальную погрешность), Ом
Rtном – номинальное значение сопротивления, соответствующее проверяемой точке измерения (таблица Б.1 приложения Б), Ом.

3,71 – коэффициент зависимости, Ом/°С.

За основную погрешность принимается наибольшее из значений, рассчитанных для каждой точки измерения.

Основная абсолютная погрешность не должна быть более $\pm 1,0$ °С – для рХ-150МП и ± 2 °С – для рН-150М.

5.4.2 Определение основной абсолютной погрешности показаний преобразователя в режиме Eн.

для рН-150М

tном, °С	Rt, Ом	Измеренное значение			
		Rt1, Ом	Δt_1 , °С	Rt2, Ом	Δt_2 , °С
-10,0	1014,6				
0,0	977,5				
20,0	903,3				
40,0	829,1				
60,0	755,0				
80,0	680,8				
100,0	606,6				

Основная абсолютная погрешность преобразователя не превышает ± 2 °С.

б) в режиме Eн

Точка измерения N (Eном), мВ	Измеренное значение (E), мВ для					
	рХ-150МП рН-150МП		рН-150М			
	E	ΔE_n	E1	ΔE_{n1}	E2	ΔE_{n2}
0						
+1000						
-1000						
-1500						
+1500						
+1995	-	-				
-1995	-	-				
-2000			-	-	-	-
+2000			-	-	-	-

Основная абсолютная погрешность показаний преобразователя не превышает $\pm 2,0$ мВ (± 3 мВ – для рН-150М)

в) в режиме рХ

для рХ-150МП и рН-150МП

Точка измерения (рХном), рХ	Катионы одновалентные			Анионы двухвалентные		
	Eном, мВ	рХ	ΔpX , рХ	Eном	рХ	ΔpX , рХ
-20,00	1385,56			-730,28		
-1,00	280,36			-177,69		
4,00	-10,46			-32,27		
14,00	-592,13			258,57		
20,00	-941,14			433,07		

Основная абсолютная погрешность не превышает $\pm 0,02$ рХ.



Приложение Г

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки приборов

Лист _____

Листов _____

Протокол поверки

pH-метра- иономера рХ-150МП № _____

(или pH-метра рН-150МП № _____)

или pH-метра рН-150М № _____)

принадлежащего _____

Организация, проводившая поверку _____

Наименование и обозначение НД, на основании которого проводилась поверка _____

Условия поверки: температура окружающего воздуха: _____

относительная влажность: _____

атмосферное давление: _____

Образцовые средства измерений _____

1 Внешний осмотр _____

2 Проверка сопротивления изоляции между цепью сети и зажимом защитного заземления

№ _____

Сопротивление изоляции не менее 200 МОм

3 Опробование _____

4 Определение основной абсолютной погрешности показаний преобразователя

а) в режиме t

для рХ-150МП и рН-150МП

tном, °С	Rt, Ом	Измеренное значение, °С	
		t	Δt
-10,0	1235,5		
0,0	1290,3		
20,0	1400,0		
40,0	1509,7		
60,0	1619,4		
80,0	1729,0		
100,0	1838,7		
120,0	1948,4		

Основная абсолютная погрешность преобразователя не превышает ± 1,0 °С.



Основную погрешность определять в точках измерения N, равных 0, 1000, 1500 мВ (также 1995 мВ - для рН-150М и 2000,0 мВ - для рХ-150МП) обеих полярностей, следующим образом:

- а) установить режим Eh (для рХ-150МП также ручную термокомпенсацию);
- б) определить основную абсолютную погрешность показаний

1) преобразователя прибора рХ-150МП
- устанавливая на калибраторе напряжения, равные значениям точек измерения N, снимать соответствующие им показания цифрового табло.

2) преобразователя прибора рН-150М
- изменяя напряжение калибратора, фиксировать его значения, при которых на цифровом табло значение N-1 изменится на N (напряжение E₁), затем значение N на N+1 (напряжение E₂). Напряжение у точки N изменять плавно (с дискретностью 0,1 мВ) и только в одном направлении.
Абсолютную погрешность ΔE_n, мВ, для каждой точки измерения рассчитывать по формуле:

$$\Delta E_n = E - E_{ном} \quad (6)$$

где E – показания цифрового табло в точках измерения, мВ - для рХ-150МП;
- значение напряжения, зафиксированное на калибраторе для проверяемой точки измерений (из двух отсчетов E₁ и E₂ выбирать значение, дающее максимальную погрешность) мВ - для рН-150М;

E_{ном} – номинальное значение напряжения, равное значению точки измерения, мВ.
За основную погрешность принимается наибольшее из значений, рассчитанных для каждой точки измерения.

Основная абсолютная погрешность не должна быть более ± 2,0 мВ – для рХ-150МП ± 3 мВ – для рН-150М.

5.4.3 Определение основной абсолютной погрешности показаний преобразователя в режиме рХ
Основную абсолютную погрешность определять в точках измерения N согласно таблице Б.2 приложения Б следующим образом:

а) установить режим рХ, вид термокомпенсации (ручная – для рХ-150МП, автоматическая – для рН-150М), для исполнения рХ-150МП – также вид (катионы) и валентность (l) ионов;

б) произвести градуировку в режиме рХ по двум точкам (для рХ-150МП – методом 2 согласно 9.5.3 РЭ);

в) определить основную погрешность

1) преобразователя прибора рХ-150МП

- устанавливая на калибраторе напряжения, равные значениям E_х для точек измерения N (таблица Б.2 приложения Б), снимать соответствующие им показания цифрового табло.

Для исполнения рХ-150МП произвести аналогичные измерения в режиме двухвалентных анионов после изменения вида и валентности ионов в операции по перечислению а и градуировки преобразователя методом 1 согласно РЭ (вводом значений rXi = 4,25 рХ, Ei = -25,0 мВ и S₀ = 54,199 мВ/рХ);

2) преобразователя прибора рН-150М

- изменяя напряжение калибратора, фиксировать его значения, при которых на цифровом табло значение N-1 изменится на N (напряжение E₁), затем значение N на N+1 (напряжение E₂). Напряжение у точки N изменять плавно (с дискретностью 0,1 мВ) и только в одном направлении.

Абсолютную погрешность ΔрХ, рХ, для каждой точки измерения рассчитывать по формулам

$$\Delta pX = pX - pX_{ном} \quad \text{для рХ-150МП,} \quad (7)$$

$$\Delta pX = \frac{E - E_{ном}}{58,167} \quad \text{для рН-150М,} \quad (8)$$

где рХ – показания цифрового табло в точках измерения, рХ;
рХ_{ном} - номинальное значение рХ, равное значению точки измерения, рХ;

E – напряжение калибратора, зафиксированное для проверяемой точки измерения (из двух отсчетов E_1 и E_2 выбирать значение, дающее максимальную погрешность), мВ;

$E_{ном}$ – номинальное значение ЭДС электродной системы, соответствующее проверяемой точке измерения (таблица Б.2 приложения Б), мВ.

За основную погрешность принимается наибольшее из значений, рассчитанных для каждой точки измерения.

Основная абсолютная погрешность не должна быть более $\pm 0,02$ рХ.

5.4.4 Дополнительную погрешность показаний преобразователя, обусловленную изменением сопротивления измерительного электрода (R_e), определять в режиме измерения рХ (для исполнения рХ-150 МП – одновалентных катионов) при ручной (для рХ-150МП) или автоматической (для рН-150М) термокомпенсации. Дополнительную погрешность определять в точках измерения N , равных минус 1,00 и плюс 14,00 рХ.

Перед проверкой произвести градуировку преобразователя согласно указаниям эксплуатационной документации (рХ-150МП – методом 1 согласно 9.5.5 РЭ).

Значение сопротивления R_i задавать от имитатора электродной системы И установкой переключателя « R_i » в требуемые положения.

Дополнительную погрешность определять следующим образом.

а) преобразователя прибора рХ-150МП

- устанавливая на калибраторе последовательно напряжения, равные E_x для проверяемой точки измерения N (таблица Б.2 приложения Б), снять показания цифрового табло при $R_i = 0$ МОм, затем при $R_i = 1000$ МОм;

б) преобразователя прибора рН-150М

- изменяя напряжение калибратора, зафиксировать его значение для проверяемой точки измерения, при котором на цифровом табло значение $N-1$ изменится на N сначала при $R_i = 0$ МОм, затем при $R_i = 1000$ МОм;

Дополнительную погрешность $\delta R_{и}$, в долях предела основной абсолютной погрешности, рассчитывать по формулам

$$\delta R_{и} = \frac{pX - pX_0}{\Delta} \quad \text{для рХ-150МП,} \quad (9)$$

$$\delta R_{и} = \frac{E - E_0}{58,167 \cdot \Delta} \quad \text{для рН-150М,} \quad (10)$$

где рХ (pX_0) – показания цифрового табло при $R_i = 1000$ МОм ($R_i = 0$ МОм), рХ;

E (E_0) – напряжение калибратора, зафиксированное при $R_i = 1000$ МОм ($R_i = 0$ МОм), мВ;

Δ - значение предела основной абсолютной погрешности показаний преобразователя

($\Delta = 0,02$ рХ);

58,167 – номинальное значение крутизны электродной системы при 20 °С, мВ/рХ;

За дополнительную погрешность от изменения R_i принимать половину рассчитанного значения (с учетом нормирования на каждые 500 МОм).

Дополнительная погрешность не должна быть более 1,0.

5.4.5 Дополнительную погрешность показаний преобразователя, обусловленную изменением сопротивления вспомогательного электрода (R_a), определять аналогично 5.4.4, выполняя измерения при сопротивлении $R_b=0$ кОм, затем при $R_b=20$ кОм. Значения сопротивления R_b задавать от имитатора И установкой переключателя « R_b » в требуемые положения.

Дополнительную погрешность рассчитывать по формулам (9) или (10).

Дополнительная погрешность не должна быть более 1,0.

Приложение В (обязательное)

Номинальные значения рН калибровочных и контрольного растворов

Таблица В.1 – Значение рН растворов (тип стандарт-титра по ГОСТ 8.135-2004)

Температура, °С	Калибровочные растворы			Контрольный рас-твор рХк Натрий моногидрофосфат (0,025 моль/кг) + калий дигидрофосфат (0,025 моль/кг) $Na_2HPO_4 + KH_2PO_4$
	Кислота соляная (0,1 моль/кг) HCl	рХ1	рХ2	
			Калий гидрофталат (0,05 моль/кг) $KHC_8H_4O_4$	Натрий тетраборат (0,01 моль/кг) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
0	1.10	4.00	9.45	6.96
5	1.10	4.00	9.39	6.94
10	1.10	4.00	9.33	6.91
15	1.10	4.00	9.28	6.89
20	1.10	4.00	9.23	6.87
25	1.10	4.01	9.18	6.86
30	1.10	4.01	9.14	6.84
35	1.10	-	-	-
37	-	4.02	9.09	6.83
40	1.10	4.03	9.07	6.82
50	1.10	4.05	9.01	6.81
60	1.11	4.08	8.97	6.82
70	1.11	4.12	8.93	6.83
80	1.11	4.16	8.91	6.85
90	1.12	4.21	8.90	6.90

Примечания

1 Значения рН для промежуточных значений температуры определять линейной интерполяцией.

2 Допускается в качестве рХ1 использовать раствор, приготовленный из стандарт-титра соляной кислоты с(HCl)=0,1 моль/кг по ТУ 2642-001-07500602-97, значения рН которого приведены во второй графе таблицы.

3 Допускается использовать растворы с другими номинальными значениями рН, состав которых приведен в ГОСТ 8.135-2004.

Приложение Б
(обязательное)

Данные для определения метрологических характеристик преобразователя

Таблица Б.1 – Номинальные значения сопротивления автоматического термокомпенсатора (Rt) в диапазоне рабочих температур (t).

Тип прибора	Rt, Ом, для точек измерения N (t, °C)							
	-10	0	20	40	60	80	100	120
pX-150МП	1235,5	1290,3	1400,0	1509,7	1619,4	1729,0	1838,7	1948,4
pH-150M	1014,6	977,5	903,3	829,1	755,0	680,8	606,6	-

Таблица Б.2 – Номинальные значения ЭДС электродной системы (Ex) при температуре 20 °C (для электродной системы с координатами изопотенциальной точки pXi = 4,25pX, Ei = -25,0 мВ)

Точка измерения N, pX	Ex, мВ, для вида ионов	
	катионы одновалентные	анионы двухвалентные
-20,00	1385,56	-730,28
-1,00	280,38	-177,69
4,00	-10,46	-32,27
14,00	-592,13	258,57
20,00	-941,14	433,07

Таблица Б.3 – Номинальные значения ЭДС электродной системы (Ex) в диапазоне рабочих температур (t) (для электродной системы с координатами изопотенциальной точки pXi = 4,25pX, Ei = -25,0 мВ)

t, °C	Ex, мВ, для точек измерения N, pX		Крутизна St, мВ/pX
	-1,00	14,00	
-10	249,13	-534,09	-52,215
0	259,54	-553,44	-54,199
20	280,38	-592,13	-58,167
40	301,21	-630,82	-62,136
60	322,05	-669,52	-66,104
80	342,88	-708,21	-70,073
100	363,72	-746,90	-74,041
120	384,55	-785,59	-78,009
150	415,80	-843,63	-83,962

5.4.6 Абсолютную погрешность термокомпенсации преобразователя определять в режиме измерения pX (для исполнения pX-150 МП -одновалентных катионов) в точках измерения N, равных минус 1,00 и плюс 14,00 pX, следующим образом:

- а) при ручной термокомпенсации
- 1) произвести градуировку по трем точкам (для pX-150МП методом 3 согласно 9.5.4.1 PЭ): минус 1,00 и плюс 14,00pX при 20 °C (соответственно pX₁ и pX₂) и плюс 14,00 pX при 80 °C (pX₃), используя данные таблицы Б.3 приложения Б;
 - 2) установить ручной установкой (для pX-150МП согласно 5.2 PЭ) значение t1= -10,0 °C;
 - 3) выполнить следующие операции:
для pX-150 МП
 - устанавливая на калибраторе последовательно напряжения, равные Ex для проверяемой точки измерения N, снять соответствующие им показания цифрового табло;
для pH-150M
 - изменяя напряжение калибратора, зафиксировать его значение для проверяемой точки измерений, при котором на цифровом табло значение N-1 изменится на N;
 - 4) выполнить операции по перечислению 3 для значений t1, равных 0, 20, 40, 60, 80, 100 °C (для pX-150 МП также 150 °C), устанавливаемых по перечислению 2;

- б) при автоматической термокомпенсации
- 1) включить автоматическую термокомпенсацию согласно указаниям эксплуатационной документации (для pX-150МП согласно 5.2 PЭ);
 - 2) произвести градуировку преобразователя в режимах (для pX-150МП согласно 9.3.1 PЭ);
 - 3) произвести градуировку в режиме pX по трем точкам (для pX-150МП методом 3 согласно 9.5.4.2 PЭ): минус 1,00 (pX₁) и плюс 14,00 (pX₂) при значении Rt, соответствующем температуре 20°C, и плюс 14,00 (pX₃) при Rt, соответствующем температуре 80°C, используя данные таблиц Б.1 и Б.3 приложения Б.
 - 4) выполнить операции 3, 4 проверки при ручной термокомпенсации (перечисление а), устанавливая вместо значений температуры t1 соответствующие им значения Rt (таблица Б.1 приложения Б).

Абсолютную погрешность термокомпенсации Δtk, pX, рассчитывать по формуле

$$\Delta tk = pX_1 - pX_{ном} \quad \text{для pX-150МП,} \quad (11)$$

$$\Delta tk = \frac{E_t - E_{tном}}{S_t} - \frac{E_{20} - E_{20ном}}{S_{20}} \quad \text{для pH-150M,} \quad (12)$$

где pX_i – показания цифрового табло, соответствующие точке измерения при заданном значении t (при ручной термокомпенсации) или Rt (при автоматической термокомпенсации), pX;
 pX_{ном} – номинальное значение pX, равное значению точки измерения, pX
 E₂₀ (E_t) – напряжение калибратора, зафиксированное для проверяемой точки измерения при t=20 °C или при R₂₀ (при других значениях t или Rt), мВ;
 E_{20ном}, (E_{tном}) – номинальное значение Ex для проверяемой точки измерения при t=20 °C или при R₂₀ (при других значениях t или Rt) согласно таблице Б.3 приложения Б, мВ;
 S₂₀(S_t) – номинальное значение крутизны при t=20 °C (при других значениях t) согласно таблице Б.3 приложения Б, мВ/pX.

Абсолютная погрешность термокомпенсации преобразователя не должна быть более ± 0,03 pX.

5.4.7 Определение основных абсолютных погрешностей измерений прибора

5.4.7.1 Определение основной абсолютной погрешности в режиме t

- подсоединить к входу «Rt» преобразователя автоматический термокомпенсатор, а к входу ИЗМ – перемычку из комплекта поставки прибора и включить режим t (для pX-150МП согласно 5.2 PЭ);
- произвести настройку прибора в режиме t согласно указаниям PЭ (для pX-150МП согласно 7.3.1 PЭ);



- поместить автоматический термокомпенсатор и контрольный термометр в среду с регулируемой температурой (например, в ванну жидкостного термостата) на глубину не менее 0,5 длины погружной части термокомпенсатора;

- отрегулировать температуру среды в пределах от 15 до 25 °С и после установления теплового равновесия снять показания цифрового табло и термометра.

Аналогично снять показания при температуре среды от 50 до 60 °С.

Абсолютную погрешность Δt , °С, при температуре измерений рассчитать по формуле

$$\Delta t = t - t_k, \quad (12)$$

где t – показания цифрового табло при температуре измерения, °С,

t_k – показания термометра при температуре измерения, °С.

За основную абсолютную погрешность принимается наибольшее из значений, рассчитанных для каждой температуры.

Основная абсолютная погрешность не должна быть более $\pm 1,0$ °С – для рХ-150МП и ± 2 °С – для рН-150М.

5.4.7.2 Определение основной абсолютной погрешности в режиме рХ.

Перед определением погрешности прибор должен быть настроен и проверен в режиме t согласно

5.4.7.1, а преобразователь отградуирован в режиме Ен.

Для настройки и проверки приборов использовать электроды и растворы, выбранные согласно разделу 4.

Основную абсолютную погрешность определять следующим образом:

1) выполнить настройку прибора в режиме рХ при автоматической термокомпенсации по двум калибровочным растворам согласно указаниям РЭ (для рХ-150МП – методом 2 согласно перечислению а пункта 7.3.3.2 РЭ);

2) промыть погружную часть электродной системы и контрольного термометра дистиллированной водой, затем контрольным раствором и погрузить их в контрольный раствор рХ с температурой (20 ± 2) °С;

3) после установления показаний, но не ранее, чем через 3 мин после погружения в раствор, снять показания верхней строки цифрового табло и зафиксировать показания термометра.

Основную абсолютную погрешность прибора ΔpX , рХ, рассчитать по формуле

$$\Delta pX = pX - pX_{ном}, \quad (13)$$

где рХ – показания цифрового табло, рХ;

$pX_{ном}$ – номинальное значение рХ контрольного раствора при температуре измерений,

зафиксированной по перечислению 3 (приведено в приложении В), рХ

Основная абсолютная погрешность прибора не должна быть более $\pm 0,05$ рХ.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Результаты поверки оформляются протоколом по форме приложения Г.

Владелец прибора имеет право запросить протокол поверки или выписку из него.

6.2 Положительные результаты поверки удостоверяются

- **свидетельством** о поверке по форме приложения Г ТКП 8.003-2011 (при выпуске после ремонта и при **периодической** поверке);

- **отметкой** в соответствующем разделе эксплуатационного документа (при выпуске из производства).

6.3 Прибор, не соответствующий по результатам поверки предъявленным к нему требованиям, **бракуется**. В этом случае

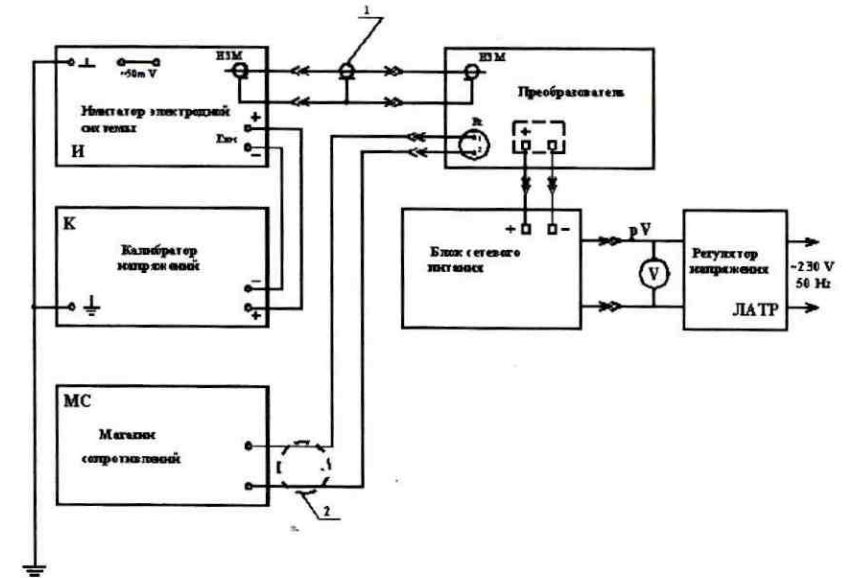
- **выдается** заключение о непригодности по форме приложения Д ТКП 8.003-2011;

- **оттиск** поверительного клейма **погашается**;

- **свидетельство** о поверке аннулируется.

Приложение А (обязательное)

Схема соединений для проверки метрологических характеристик преобразователя



1,2 – Кабели соединительные (из комплекта поставки прибора);

рV- Вольтметр переменного тока с пределом измерений 250В (например, Э-59);

Рисунок А.1 - Схема соединений для проверки преобразователя