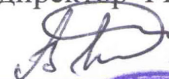


**СОГЛАСОВАНО**  
Руководитель ГЦИ СИ-  
директор ФГУП ВНИИР



Иванов В.П.



## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

### **ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА ВИХРЕВЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ**

### **ВЭПС**

Методика поверки

4213-017-12560879 МП

## **Информационные данные**

Разработана

ЗАО “Промсервис”,  
433502, Россия, Ульяновская обл.,  
г. Димитровград, ул. 50 лет Октября,  
112

Согласовано с ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР»

Изменение №1 от 29.12.2010 г.

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Операции поверки.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Средства поверки.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Требования к квалификации поверителей.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Требования безопасности.....</b>	<b>5</b>
<b>5 Условия поверки.....</b>	<b>6</b>
<b>6 Подготовка к поверке.....</b>	<b>6</b>
<b>7 Проведение поверки.....</b>	<b>6</b>
<b>8 Оформление результатов поверки.....</b>	<b>12</b>
<b>Приложение А (обязательное) Беспроливной метод определения погрешностей.....</b>	<b>13</b>
<b>Приложение Б (рекомендуемое) Протокол поверки.....</b>	<b>20</b>
<b>Лист регистрации изменений.....</b>	<b>22</b>

Настоящая инструкция распространяется на преобразователи расхода вихревые электромагнитные ВЭПС (далее - ВЭПС), внесенные в Государственный реестр средств измерений под № 14646, и устанавливает методику их первичной, периодической и внеочередной поверок.

Первичной поверке подвергают ВЭПС при выпуске из производства, периодической – ВЭПС, находящиеся в эксплуатации.

Межповерочный интервал – 4 года.

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают ВЭПС после ремонта или в случае утраты документов, подтверждающих прохождение первичной или периодической поверки.

## 1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Проверка на герметичность и прочность	7.2	да	да
Опробование	7.3	да	нет
Определение основных относительных погрешностей при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы	7.4*	да	да
* Допускается производить беспробным методом (Приложение А) при периодической поверке			

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Установка для гидроиспытаний на давление не менее 2,0 МПа. Манометр, предел измерений не менее 2,0 МПа, класс точности 1,0.
7.3	Установка поверочная водомерная «ПРОМЕКС», диапазон воспроизводимых расходов (0,3 – 400) м <sup>3</sup> /ч, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема и объемного расхода $\pm 0,33$ %; пределы допускаемой относительной погрешности измерений времени счетчиком импульсов СИ-01 в диапазоне (1 – 1000) с $\pm 0,01$ %; пределы допускаемой относительной погрешности измерений числа импульсов счетчиком импульсов СИ-01 $\pm 1/N$ . Вольтметр универсальный цифровой GDM-8245, диапазон измерений постоянного тока (0 – 20) мА, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,3$ % + 2 ед.мл.разряда). Источник питания постоянного тока Б5.30/3, выходное напряжение (0 – 30) В, выходной ток (0 – 3)А. Термометр стеклянный ртутный ТЛ-4, диапазон измерений (0 – 50) °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,5$ °С. Аспирационный психрометр МВ-4-2М ТУ 52.07(ГРПИ 405.132.001). Барометр анероид М67 ТУ 2504-1797.
7.4	Средства измерений по п. 7.3. Генератор сигналов ГЗ-110, диапазон частот (0,01 – 1000) Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm 6 \times 10^{-6}$ . Частотомер ЧЗ-54, диапазон измеряемых частот 0,1 Гц – 120 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm (5 \cdot 10^{-7} + \text{ед. мл. разряда})$ . Нутромер НМ ГОСТ 10-88. Резисторы МЛТ-0,125 с допуском 10% номиналом 1,5 МОм, 15кОм, 240 Ом, 3,6 Ом. Оптрон IDL 213.

Допускается использование других средств измерений, не указанных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ВЭПС с требуемой точностью.

2.2 Все средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

## 3 Требование к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие техническую документацию на ВЭПС и средства их поверки.

## 4 Требование безопасности

4.1 При подготовке к поверке и во время выполнения поверочных операций соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на оборудование и средства измерений, а также в руководстве по эксплуатации ВЭПС.

## 5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С -  $(20 \pm 10)$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % - от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа - от 84,0 до 106,7;
- измеряемая среда - водопроводная вода при температуре, °С -  $(25 \pm 5)$ ;
- внешние электрические, магнитные поля, кроме земного, вибрация, тряска и удары, влияющие на работу ВЭПС, отсутствуют;

- режим движения потока в трубопроводе – стационарный.

5.2 Нестабильность значения расхода в процессе поверки - не более  $\pm 0,33$  % от установленного значения.

5.3 После транспортирования при отрицательных температурах расходомер перед поверкой выдерживают при нормальных условиях окружающей среды (температура  $(20 \pm 5)$  °С, влажность от 30 до 80 %) не менее 8 ч.

## 6 Подготовка к поверке

6.1 Подготовка к поверке производят в соответствии с эксплуатационной документацией ВЭПС и средств поверки.

6.2 Поверку ВЭПС производят при наличии его паспорта и руководства по эксплуатации.

6.3 Перед началом поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют сроки поверки всех средств поверки. Они не должны быть просроченными;
- включают средства измерений и прогревают их не менее 30 мин.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие ВЭПС следующим требованиям:

- соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу ВЭПС;
- отсутствие осадка в проточной части.

Заводской номер должен соответствовать номеру, приведенному в паспорте ВЭПС.

ВЭПС, забракованный при внешнем осмотре, к дальнейшему проведению поверки не допускают.

### 7.2 Проверка на герметичность и прочность

Проверку ВЭПС на герметичность и прочность проводят на установке для гидроиспытаний. Для этого входной патрубком или фланец проточной части ВЭПС присоединяют к установке, а выходной – герметично закрывают заглушкой. Создают давление 2,0 МПа, плавно повышая его в течение 1 мин от 0 до 2,0 МПа. При этом обеспечивают вытеснение воздуха из проточной части ВЭПС. Выдерживают испытательное давление в течение 15 мин.

Результат поверки считают положительным, если в течение 15 мин не наблюдалось падения капель или течи воды, а также падение давления по манометру.

### 7.3 Опробование

При опробовании устанавливают ВЭПС на испытательный участок установки поверочной согласно эксплуатационной документации установки и ВЭПС.

Удаляют воздух из контура установки.

Проверяют герметичность соединения проточной части ВЭПС с испытательным участком установки. Для этого при открытой запорной арматуре испытательного участка до и после проточной части ВЭПС подают рабочее давление. Соединение считают герметичным, если в

течение 5 мин не обнаружено падения капель или течи воды.

Устанавливают значение расхода, равное (0,3...0,5) от  $Q_{max}$ , и проверяют работоспособность ВЭПС и средств поверки.

ВЭПС данной модификации или средства поверки, не удовлетворяющие указанным требованиям, к дальнейшему проведению поверки не допускают.

#### 7.4 Определение основных относительных погрешностей при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы

Определение основных относительных погрешностей при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы производят проливным методом на значениях расхода, указанных в таблице 3. Точность установки расхода  $Q_{min}$ ,  $Q_t$  и  $Q_B$  должна быть не хуже, чем плюс 20 %,  $\pm 10$  % и  $\pm 20$  % соответственно.

Таблица 3 – Значения расходов для определения основных погрешностей ВЭПС

Ду, мм	Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч		
	$Q_{min}$	$Q_t$	$Q_B$
20	0,3	0,5	4
25	0,4	0,6	5
32	0,5	1,0	8
40	0,8	1,6	12,5
50	1,0	2,0	16
80	2,5	5,0	40
100	5,0	10	80
150	12,5	25	200
200	25	40	300
250	32	63	350
300	50	100	380

##### 7.4.1 Определение основных погрешностей при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала

Определение основных погрешностей при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала производят для ВЭПС модификаций ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01.

Проверяют отсутствие сигнала на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01) при нулевом значении расхода.

Выполняют не менее трех измерений в каждой из указанных выше точек расхода. В процессе измерений контролируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- количество импульсов на выходе УФС (на не нормированном выходе УФС - для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01). Количество импульсов должно быть не менее 500;
- время прохождения объема через проточную часть ВЭПС;
- температуру воды.

Кроме того, для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 на значении расхода  $Q_B$  фиксируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- количество импульсов на нормированном выходе УФС;
- время прохождения объема через проточную часть ВЭПС.

Для  $i$ -го измерения на  $j$ -ом значении расхода определяют относительные погрешности при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01),  $\delta_{i,j}^Q$  в %:

$$\delta_{i,j}^Q = 100 \cdot \frac{3,6 \cdot k \cdot f_{i,j} - Q_{i,j}}{Q_{i,j}}, \quad (1)$$

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на выходе УФС,  $\text{дм}^3/\text{имп}$  – для модификаций ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02 (на ненормированном выходе УФС - для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01);

$f_{i,j}$  – частота сигнала на выходе УФС в Гц – для модификаций ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02 (на ненормированном выходе УФС - для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01), при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода  $Q_{i,j}$ , рассчитанная по формуле:

$$f_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{T_{i,j}}, \quad (2)$$

здесь  $N_{i,j}$  – количество импульсов на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01), зарегистрированное счетчиком импульсов (частотомером) за время прохождения через проточную часть ВЭПС контролируемого объема при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода;

$T_{i,j}$  – время прохождения контролируемого объема в с;

$$Q_{i,j} = 3,6 \cdot \frac{V_{i,j}^3}{T_{i,j}}, \quad (3)$$

здесь  $V_{i,j}^3$  – контролируемый объем, протекший через проточную часть ВЭПС в  $\text{дм}^3$ ;

$T_{i,j}$  – то же, что в формуле (2).

За основную относительную погрешность  $\delta^Q$  при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала принимают (для модификаций ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, на ненормированном выходе УФС - для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01) максимальные значения из  $\delta_{i,j}^Q$  в диапазонах расхода  $Q_{min} \leq Q < Q_t$  и  $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ .

Для модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 для расхода  $Q_B$  вычисляют среднее значение погрешности при преобразовании расхода в частоту сигнала на ненормированном выходе УФС,  $\tilde{\delta}^Q$  в %, по формуле:

$$\tilde{\delta}^Q = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i^Q, \quad (4)$$

где  $n$  – количество  $\delta_{i,j}^Q$  с индексом  $j$ , соответствующим расходу  $Q_B$ .

Определяют среднее значение относительной погрешности при преобразовании расхода в частоту сигнала на нормированном выходе УФС,  $\gamma_n^Q$  в %:

$$\gamma_n^Q = \frac{100}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{3,6 \cdot k_p \cdot F_i - Q_i}{Q_i} \right), \quad (5)$$

где  $m$  – число значений частоты сигнала на нормированном выходе УФС  $F_i$  в Гц, соответствующей текущему значению расхода  $Q_i$  на точке расхода  $Q_B$ ;



$$Q_i = 3,6 \cdot \frac{V_i^3}{T_i}, \quad (6)$$

здесь  $V_i^3$  - контролируемый объем, протекший через проточную часть ВЭПС в  $\text{дм}^3$  при  $i$ -ом измерении на точке расхода  $Q_B$ ;

$T_i$  – время прохождения контролируемого объема в с при  $i$ -ом измерении на точке расхода  $Q_B$ ;

$$F_i = \frac{N_i}{T_i}, \quad (7)$$

здесь  $N_i$  – количество импульсов на нормированном выходе УФС, зарегистрированное счетчиком импульсов (частотомером) за время прохождения через проточную часть ВЭПС контролируемого объема при  $i$ -ом измерении на точке расхода  $Q_B$ ;

$k_p$  – коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов), нормированный на единицу объема,  $\text{дм}^3/\text{имп}$ .

Основные относительные погрешности ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 при преобразовании расхода в частоту электрического сигнала на нормированном выходе УФС  $\delta_n^e$  в % определяют по формуле:

$$\delta_n^e = \pm \left( |\delta^e| + |\gamma_n^e - \tilde{\delta}^e| \right), \quad (8)$$

где  $\delta^e$  - основная относительная погрешность при преобразовании расхода в частоту сигнала на ненормированном выходе УФС модификаций ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01.

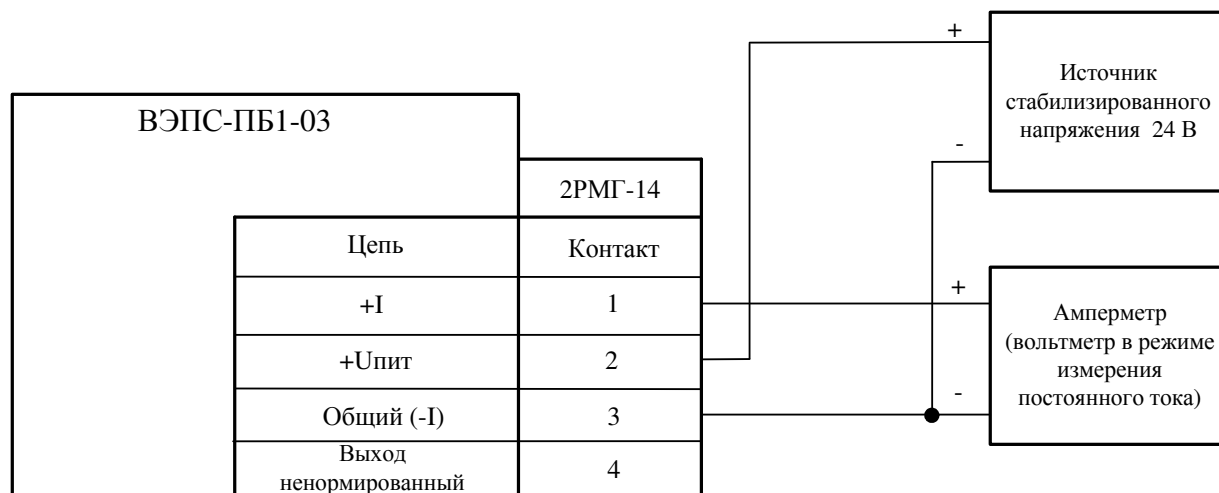
Результаты поверки считают положительными, если основные относительные погрешности при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала не превышают значений, %:

- при  $Q_{min} \leq Q < Q_t$  – ± 1,5;
- при  $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$  – ± 1,0.

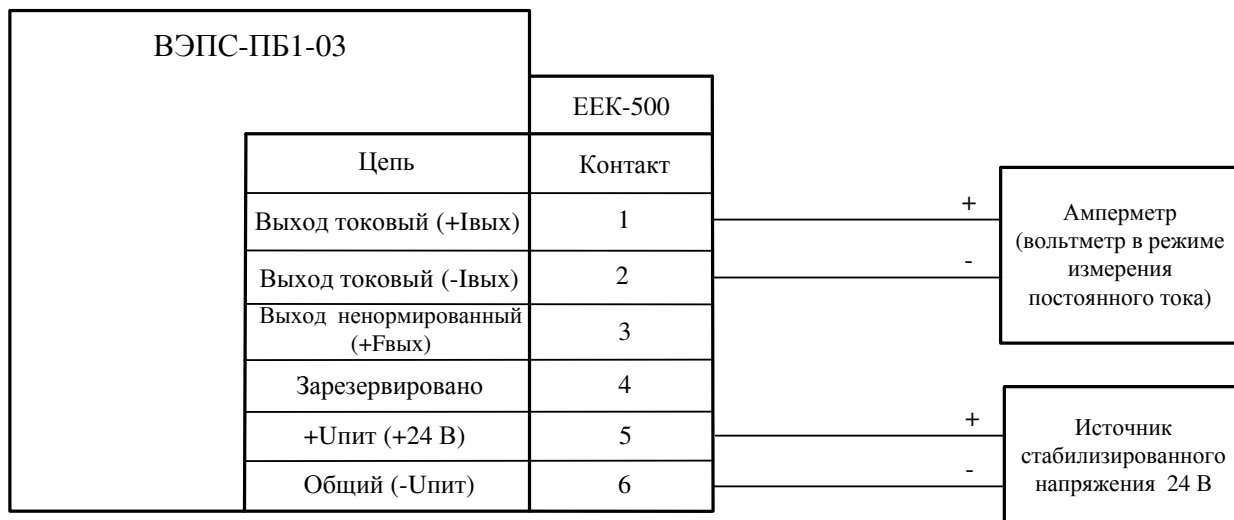
#### 7.4.2 Определение основных относительных погрешностей при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал

Определение основных относительных погрешностей при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал производят для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-03.

Собирают схему в соответствии с рисунком 1.



а)



б)

Рисунок 1 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-03:  
а) – с разъемом 2РМГ-14, б) – с кабельным вводом

На каждом значении расхода  $1,2 \cdot Q_{min}$ ,  $Q_t$ ,  $Q_B$  выполняют не менее трех измерений. В процессе измерений контролируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- ток;
- время прохождения объема через проточную часть ВЭПС;
- температуру воды.

Для  $i$ -го измерения на  $j$ -ом значении расхода определяют относительные погрешности при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал  $\delta'_{i,j}$  в %:

$$\delta'_{i,j} = 100 \cdot \frac{\bar{I}_{i,j} - \bar{I}_{i,j}^P}{\bar{I}_{i,j}^P}, \quad (9)$$

где  $\bar{I}_{i,j}$  – среднее значение тока в мА на токовом выходе УФС при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода:

$$\bar{I}_{i,j} = \frac{1}{s} \cdot \sum_{l=1}^s I_{i,j,l}, \quad (10)$$

здесь  $s \geq 5$  – число измерений тока за время  $T_{i,j}$  прохождения контролируемого объема. Измерения тока должны быть равномерно распределены на временном отрезке  $T_{i,j}$ ;

$\bar{I}_{i,j}^P$  – расчетное значение тока в мА на токовом выходе УФС на  $j$ -ом значении расхода, соответствующее расходу  $Q_{i,j}$ , вычисляемому по формуле (3).

$$\bar{I}_{i,j}^P = \frac{I_{max} - I_{min}}{Q_{max} - Q_{min}} \cdot (Q_{i,j} - Q_{min}) + I_{min}, \quad (11)$$

здесь  $I_{max}$  – максимальное значение тока в мА на токовом выходе УФС, соответствующее  $Q_{max}$ ;

$I_{min}$  – минимальное значение тока в мА на токовом выходе УФС, соответствующее  $Q_{min}$ .

За основные относительные погрешности  $\delta'$  при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал принимают максимальные значения из  $\delta'_{i,j}$  в диапазонах расхода  $Q_{min} \leq Q < Q_t$  и  $Q_t \leq Q \leq Q_B$ .

Результаты поверки считают положительными, если основные относительные погрешности при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал не превышают значений, %:

- при  $Q_{min} \leq Q < Q_t$  –  $\pm 1,5$ ;
- при  $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$  –  $\pm 1,0$ .

### 7.4.3 Определение основных погрешностей при преобразовании объема в импульсный выходной электрический сигнал

Определение основных погрешностей при преобразовании объема в импульсный выходной электрический сигнал производят для ВЭПС модификаций ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01.

Выполняют не менее трех измерений в каждой из указанных выше точек расхода. В процессе измерений контролируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- количество импульсов на выходе УФС (на не нормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01). Количество импульсов должно быть не менее 500;
- температуру воды.

Кроме того, для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 на значении расхода  $Q_B$  фиксируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- количество импульсов на нормированном выходе УФС.

Для  $i$ -го измерения на  $j$ -ом значении расхода определяют относительные погрешности при преобразовании объема в импульсный электрический сигнал на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01)  $\delta_{i,j}^V$  в % по формуле:

$$\delta_{i,j}^V = 100 \cdot \frac{k \cdot N_{i,j} - V_{i,j}^{\mathcal{E}}}{V_{i,j}^{\mathcal{E}}}, \quad (12)$$

где  $k$  – то же, что и в формуле (1);

$N_{i,j}$  – количество импульсов на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01), зарегистрированное счетчиком импульсов (частотомером) при прохождении через проточную часть ВЭПС контролируемого объема  $V_{i,j}^{\mathcal{E}}$  в  $\text{дм}^3$  при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода.

За основную относительную погрешность  $\delta^V$  при преобразовании объема в импульсный выходной электрический сигнал принимают (для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, на ненормированном выходе УФС – для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01) максимальные значения из  $\delta_{i,j}^V$  в диапазонах расхода  $Q_{\min} \leq Q < Q_t$  и  $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$ .

Для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 для расхода  $Q_B$  вычисляют среднее значение погрешности при преобразовании объема в импульсный электрический сигнал на ненормированном выходе УФС  $\tilde{\delta}^V$  в % по формуле:

$$\tilde{\delta}^V = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i^V, \quad (13)$$

где  $n$  – количество  $\delta_{i,j}^V$  с индексом  $j$ , соответствующим расходу  $Q_B$  (таблица 3).

Определяют среднее значение относительной погрешности при преобразовании расхода в частоту сигнала на нормированном выходе УФС  $\gamma_n^V$  в % по формуле:

$$\gamma_n^V = \frac{100}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{K_P \cdot N_i^P - V_i^{\mathcal{E}}}{V_i^{\mathcal{E}}}, \quad (14)$$

где  $m$  – число измерений количества импульсов на нормированном выходе УФС  $N_i^P$ , соответствующего прохождению контролируемого объема  $V_i^{\mathcal{E}}$  на расходе  $Q_B$ .

Основные относительные погрешности ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 при преобразовании объема в импульсный электрический сигнал на нормированном выходе УФС  $\delta_n^V$  в % определяют по формуле:

$$\delta_n^V = \pm \left( \left| \delta^V \right| + \left| \gamma_n^V - \tilde{\delta}^V \right| \right), \quad (15)$$

где  $\delta^V$  – основная относительная погрешность при преобразовании объема в импульсный

электрический сигнал на ненормированном выходе УФС модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01.

Результаты поверки считают положительными, если основные относительные погрешности при преобразовании объема в импульсный электрический сигнал не превышают значений, %:

- |                                 |   |             |
|---------------------------------|---|-------------|
| - при $Q_{min} \leq Q < Q_t$    | - | $\pm 1,5$   |
| - при $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ | - | $\pm 1,0$ . |

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки поверитель в протоколе поверки (приложение Б) ставит свою подпись, удостоверенную клеймом по ПР 50.2.007-94 с указанием даты, а также делает отметку в паспорте ВЭПС и (или) выдается “Свидетельство о поверке” в соответствии с ПР 50.2.006-94.

8.2 При отрицательных результатах поверки ВЭПС подлежит передаче изготовителю или его сервисному центру в ремонт, для повторной градуировки и настройки.

8.3 При отрицательных результатах повторной поверки ВЭПС к применению не допускают. При этом поверитель оформляет “Извещение о непригодности к применению” в соответствии с ПР 50.2.006-94.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Беспроливной метод определения погрешностей**

**А.1 Проверка геометрии проточной части**

Для определения погрешностей беспроливным методом производят измерение диаметра проточной части ВЭПС в двух перпендикулярных направлениях в соответствии с рисунком А.1.

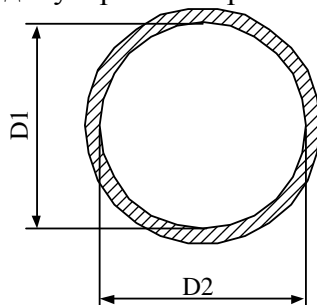


Рисунок А.1

Определяют диаметр проточной части  $D_{cp}$  в мм по формуле:

$$D_{cp} = \frac{D1 + D2}{2}. \quad (A.1)$$

Полученное значение  $D_{cp}$  округляют до сотых долей мм.

Сравнивают  $D_{cp}$  со значением  $D_0$ , указанным в паспорте ВЭПС.

Разница между  $D_{cp}$  и  $D_0$  не должна превышать значений допусков, указанных в таблице А.1.

Таблица А.1 - Допуски диаметра проточной части

Ду, мм	20	25	32	40	50	80	100	150	200	250	300
Допуск на размер $D_0$ , мм	±0,04	±0,05	±0,06	±0,08	±0,10	±0,16	±0,20	±0,30	±0,10* ±0,40**	±0,16* ±0,50**	±0,16* ±0,60**
* Для малой трубы, расположенной в проточной части. ** Для основной трубы.											

Результаты поверки считают положительными по данным параметрам, если разница между  $D_{cp}$  и  $D_0$  не превышает значений допусков, указанных в таблице А.1.

Если разница между  $D_{cp}$  и  $D_0$  превышает значения допусков, то производят корректировку индивидуального коэффициента преобразования расхода в частоту электрического сигнала по формуле:

$$k = \begin{cases} k_0 \cdot \left[ 1 + (3,95 - 0,00075 D_0) \cdot \frac{D_{cp} - D_0}{D_0} \right], & \text{при } 20 \leq D_0 \leq 100 \text{ мм} \\ k_0 \cdot \left( 1 + 3 \cdot \frac{D_{cp} - D_0}{D_0} \right), & \text{при } D_0 = 150 \text{ мм} \\ k_0 \cdot \left[ 1 + (3,95 - 0,00075 D_0^*) \cdot \frac{D_{cp}^* - D_0^*}{D_0^*} \right] \cdot \left[ 1 + (3,95 - 0,00075 D_0^{**}) \cdot \frac{D_{cp}^{**} - D_0^{**}}{D_0^{**}} \right], & \text{при } 200 \leq D_0^* \leq 300 \text{ мм} \end{cases}, \quad (A.2)$$

где  $k_0$  – паспортное значение индивидуального коэффициента преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на выходе УФС модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02 (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01);

$D_{cp}$  – среднее значение диаметра в мм проточной части ВЭПС определенное по формуле (А.1) (для ВЭПС с Ду от 20 до 150 мм включительно);

$D_{cp}^*$  – среднее значение диаметра в мм малой трубы, расположенной в проточной части ВЭПС, определенное по формуле (А.1) (для ВЭПС с Ду от 200 до 300 мм включительно);

$D_{cp}^{**}$  – среднее значение диаметра в мм основной трубы определенное по формуле (А.1) (для ВЭПС с Ду от 200 до 300 мм включительно);

$D_0$  – паспортное значение среднего диаметра в мм проточной части ВЭПС (для ВЭПС с Ду от 20 до 150 мм включительно);

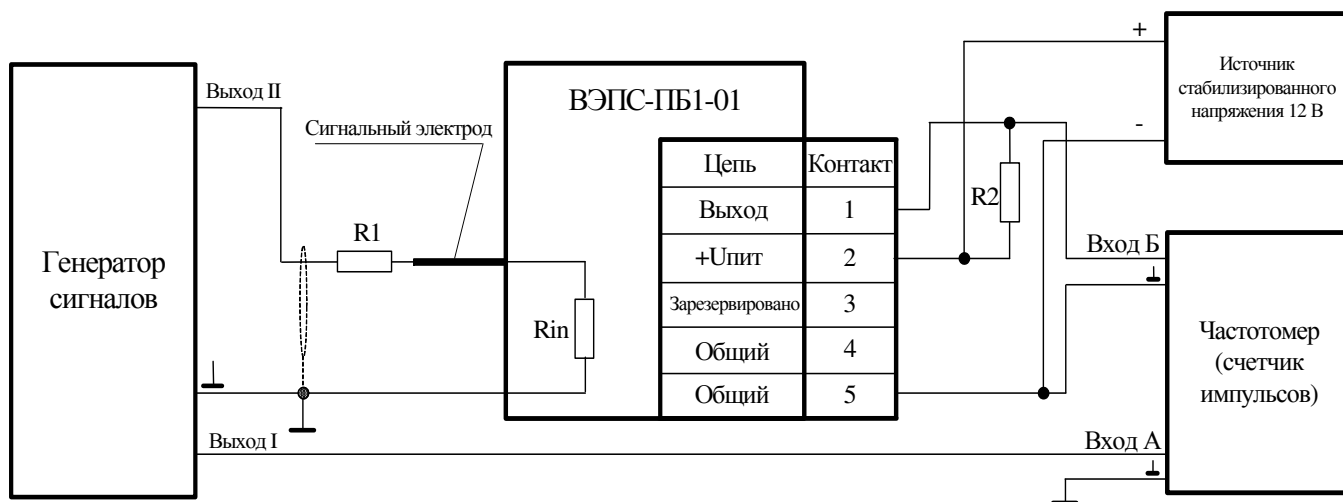
$D_0^*$  – паспортное значение среднего диаметра в мм малой трубы, расположенной в проточной части ВЭПС, (для ВЭПС с Ду от 200 до 300 мм включительно);

$D_0^{**}$  – паспортное значение среднего диаметра в мм основной трубы (для ВЭПС с Ду от 200 до 300 мм включительно).

Полученное значение коэффициента  $k$  округляют до шести значащих цифр после десятичной запятой и указывают в паспорте ВЭПС. В паспорте также указывают  $D_0 = D_{cp}$ .

## А.2 Определение основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02 при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы

Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-01 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.2, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.3.

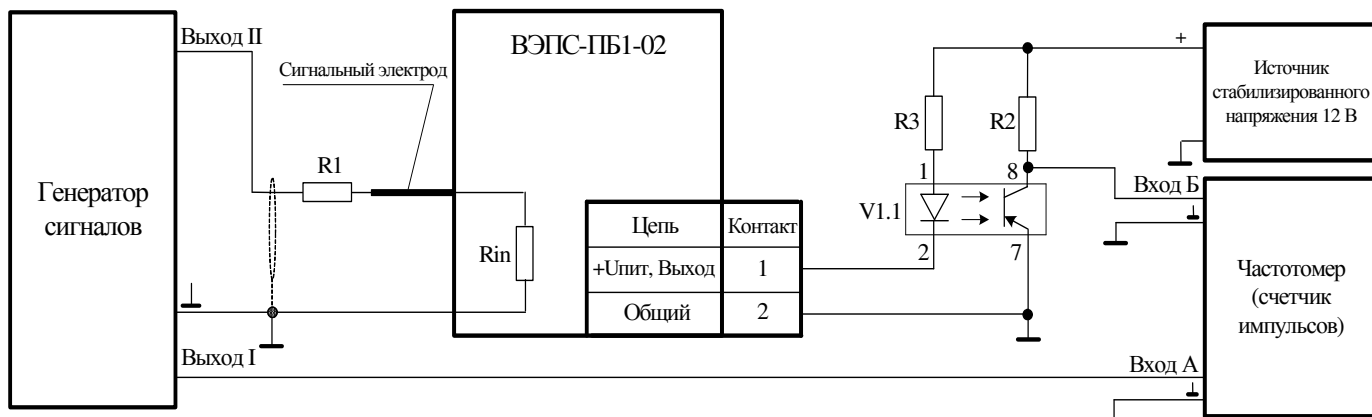


$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-01: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;

300 Ом - для Ду от 80 мм и более;

$R_1$  и  $R_2$  - резисторы МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм и 15 кОм

Рисунок А.2 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-01



$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-02: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;  
 300 Ом - для Ду от 80 мм и более;  
 $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  - резисторы МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм, 3,6 Ом и 240 Ом;  
 $V_1$  - оптрон IDL213

Рисунок А.3– Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-02

Рассчитывают максимальное значение частоты сигнала на электроде  $f_{max}$ , соответствующее  $Q_{max}$  по формуле:

$$f_{max} = \frac{Q_{max}}{3,6 \cdot k}, \quad (A.3)$$

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на выходе УФС,  $dm^3/имп$  – паспортные данные.

Округляют полученное значение до трех значащих цифр.

Проверяют отсутствие сигнала на выходе УФС при отсутствии сигнала на электроде.

Устанавливают на генераторе частоту генерации  $f_{max}$ .

Подают с генератора на электрод сигнал амплитудой не более 100 мкВ. Для этого устанавливают амплитуду выходного сигнала 2 В и включают подавление выходного сигнала на 20 дБ.

С помощью частотомера контролируют частоту сигнала, поданного на электрод, и сигнала на выходе УФС.

Переводят частотомер в режим суммирования (счета).

Подают на электрод не менее 1000 импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала). Затем прекращают подачу сигнала.

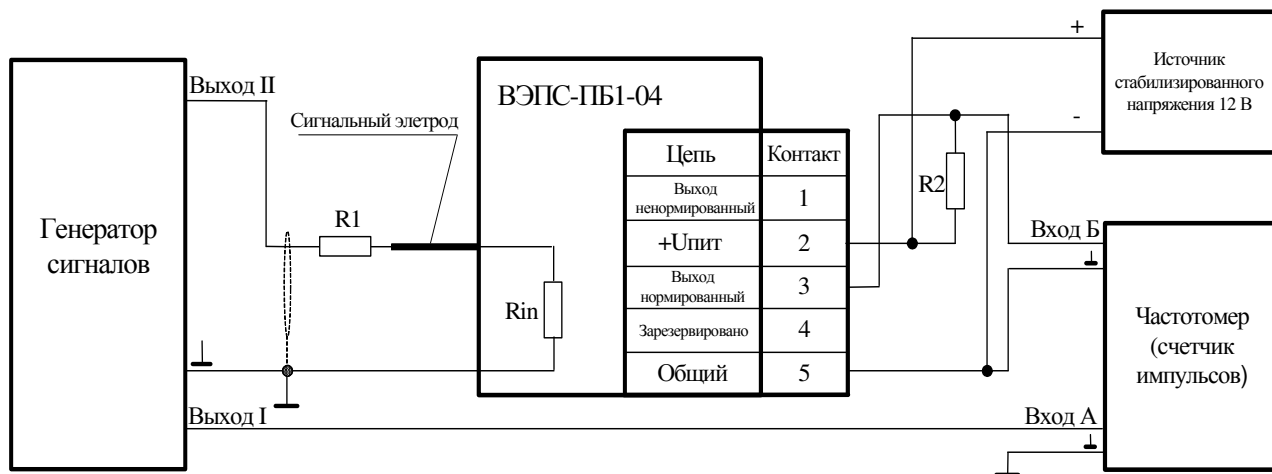
Результаты поверки считают положительными по данным параметрам, если:

- результаты измерений частоты сигнала, поданного на электрод, и частоты сигнала на выходе УФС отличаются друг от друга не более, чем на  $\pm 0,1\%$ ;

- результаты измерений количества импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала), поданных на электрод, и количества импульсов на выходе УФС отличаются друг от друга не более, чем на один импульс, или отношение данных результатов отличается от единицы не более, чем на 0,001.

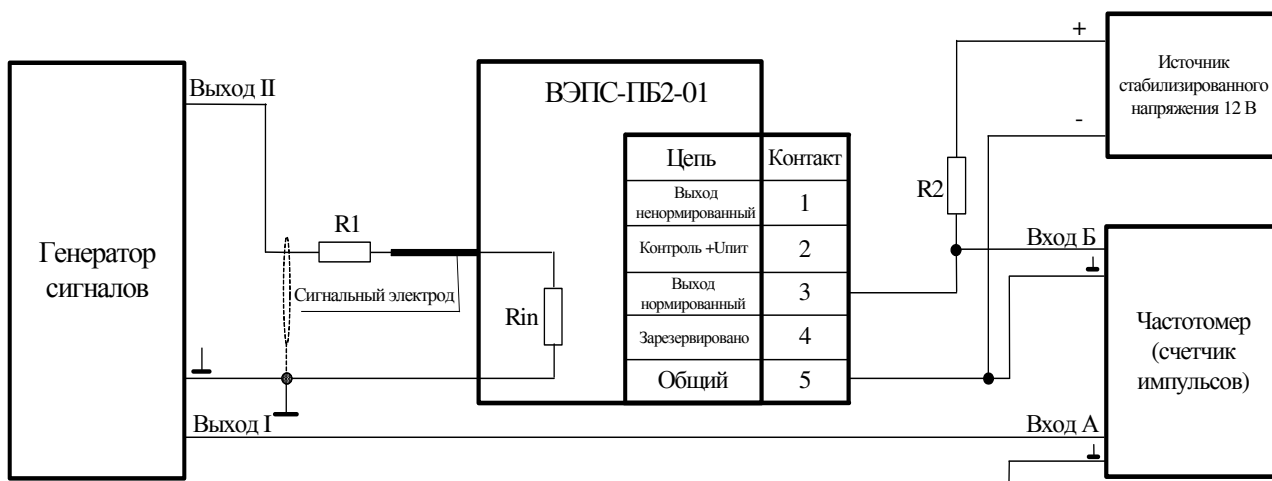
### А.3 Определение основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы

Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-04 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.4, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.5.



$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-04: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;  
300 Ом - для Ду от 80 мм и более;  
 $R1$  и  $R2$  - резисторы МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм и 15 кОм

Рисунок А.4 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-04



$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ2-01: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;  
300 Ом - для Ду от 80 мм и более;  
 $R1$  и  $R2$  - резисторы МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм и 15 кОм

Рисунок А.5 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ2-01

Рассчитывают максимальное значение частоты сигнала на электроде  $f_{max}$ , соответствующее  $Q_{max}$  по формуле:

$$f_{max} = \frac{Q_{max}}{3,6 \cdot k}, \quad (A.4)$$

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на не нормированном выходе УФС,  $дм^3/имп$  – паспортные данные. Округляют полученное значение до трех значащих цифр.



Проверяют отсутствие сигнала на нормированном выходе УФС при отсутствии сигнала на электроде.

Устанавливают на генераторе частоту генерации  $f_{max}$ .

Подают с генератора на электрод сигнал амплитудой не более 100 мкВ. Для этого устанавливают амплитуду выходного сигнала 2 В и включают подавление выходного сигнала на 20 дБ.

С помощью частотомера контролируют частоту сигнала, поданного на электрод, и сигнала на нормированном выходе УФС.

Определяют погрешность преобразования частоты  $\delta_f$  в % по формуле:

$$\delta_f = 100 \cdot \left( \frac{k_p \cdot F_{max}}{k \cdot f_{max}} - 1 \right), \quad (A.5)$$

где  $k_p$  – коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов), нормированный на единицу объема, дм<sup>3</sup>/имп – паспортные данные;

$F_{max}$  – частота сигнала на нормированном выходе УФС при частоте сигнала на электроде  $f_{max}$ .

Переводят частотомер в режим суммирования (счета).

Подают на электрод такое количество импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала), чтобы на нормированном выходе УФС было зарегистрировано не менее 1000 импульсов.

Определяют отношение  $\Lambda$ :

$$\Lambda = \frac{N}{N_p}, \quad (A.6)$$

где  $N_p$  – количество импульсов на нормированном выходе УФС при частоте сигнала на электроде  $f_{max}$ ;

$N$  – количество импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала), поданных на электрод, при частоте сигнала  $f_{max}$ .

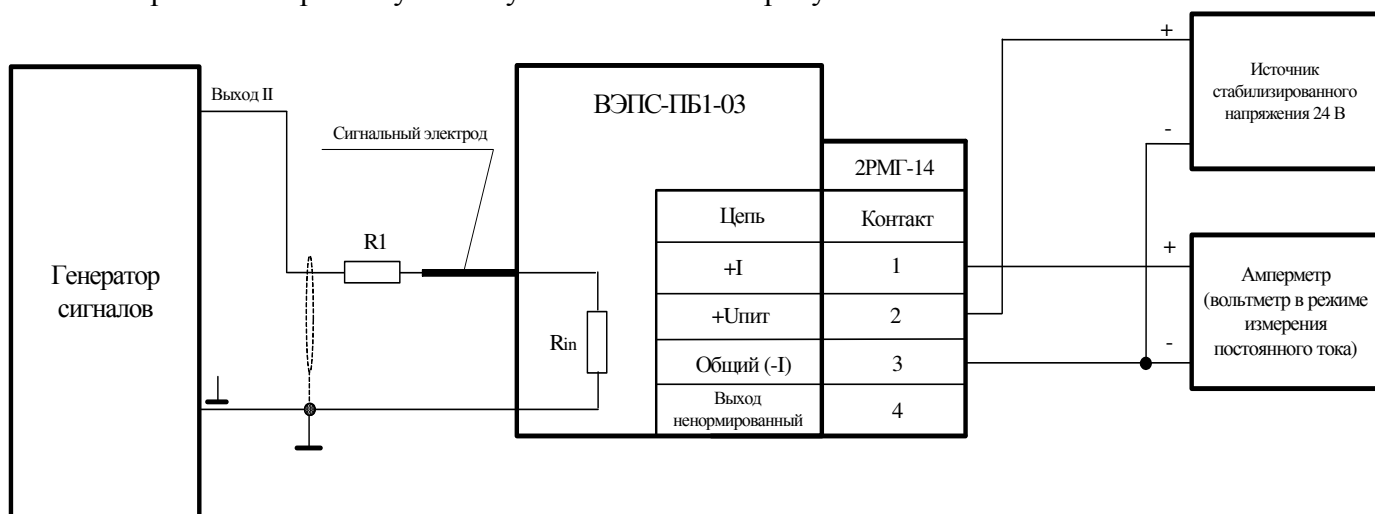
Определяют погрешность  $\delta_N$  в % по формуле:

$$\delta_N = 100 \cdot \left( \frac{k_p / k}{\Lambda} - 1 \right). \quad (A.7)$$

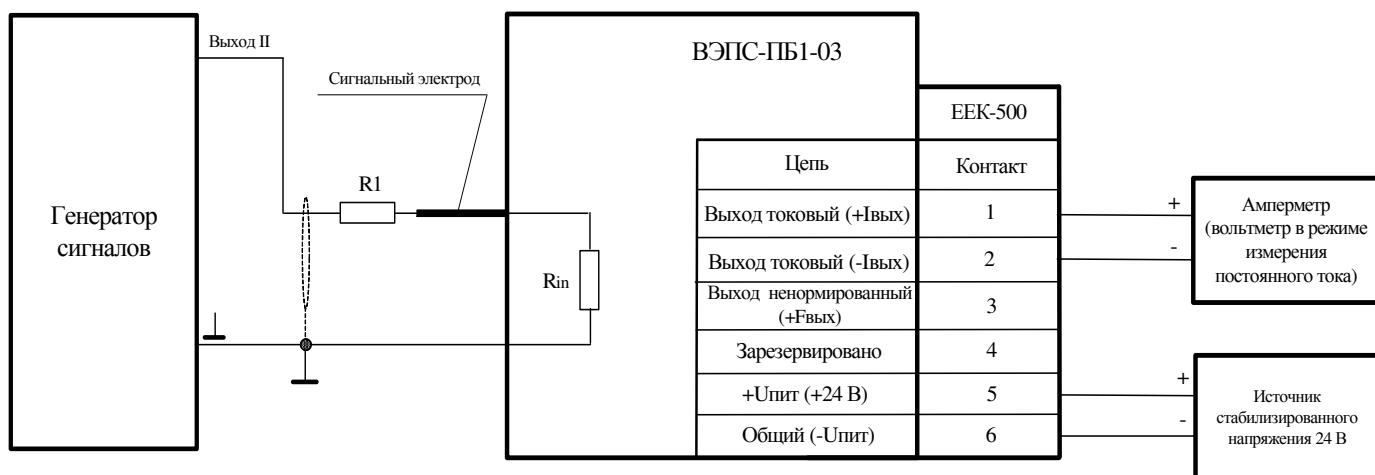
Результаты поверки считают положительными по данному параметру, если погрешности  $\delta_f$ ,  $\delta_N$  не превышают  $\pm 0,1$  %.

#### А.4 Определение основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-03, при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал

Собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.6.



а)



б)

$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-03: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;  
 300 Ом - для Ду от 80 мм и более;  
 $R_1$  - резистор МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм

Рисунок А.6 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-03:  
 а) – с разъемом 2РМГ-14, б) – с кабельным вводом

Рассчитывают значения частот сигнала на электроде, соответствующие расходам  $1,2 \cdot Q_{min}, Q_t, Q_B$  ( $Q_{min}, Q_t, Q_B$  из таблицы 3), по формуле:

$$f_j = \frac{Q_j}{3,6 \cdot k}, \quad (A.8)$$

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на не нормированном выходе УФС,  $дм^3/имп$  – паспортные данные;

$f_j$  –  $j$ -ое значение частоты сигнала на электроде, соответствующее  $j$ -ому значению расхода  $Q_j$ .

Округляют полученные значения до трех значащих цифр.

Вычисляют значения тока на токовом выходе УФС, соответствующие расходам  $1,2 \cdot Q_{min}$ ,  $Q_t$ ,  $Q_B$  по формуле:

$$I_j^P = \frac{I_{max} - I_{min}}{Q_{max} - Q_{min}} \cdot (Q_j - Q_{min}) + I_{min}, \quad (A.9)$$

где  $I_j^P$  –  $j$ -ое расчетное значение тока в мА на токовом выходе УФС, соответствующее  $j$ -ому значению расхода  $Q_j$ .

Округляют полученные значения до трех значащих цифр (после десятичной запятой).

Устанавливают на генераторе частоту генерации  $f_j$ .

Подают с генератора на электрод сигнал амплитудой не более 100 мкВ.

С помощью амперметра (вольтметра в режиме измерения постоянного тока) контролируют ток.

Определяют погрешности преобразования частоты в токовый сигнал  $\delta_j^{\%}$  в % по формуле:

$$\delta_j^{\%} = 100 \cdot \left( \frac{I_j}{I_j^P} - 1 \right). \quad (A.10)$$

За основную относительную погрешность  $\delta^{\%}$  при преобразовании частоты в токовый сигнал принимают максимальное значение из  $\delta_j^{\%}$ .

Результаты поверки считают положительными по данному параметру, если погрешность  $\delta^{\%}$  не превышает  $\pm 0,3$  %.

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Протоколы поверки**

**Б.1 Протокол поверки ВЭПС проливным методом**

Преобразователь расхода вихревой электромагнитный ВЭПС модификации (указать галочкой)  
 \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-01, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-02, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-03, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-04, \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-01,  
 заводской № \_\_\_\_\_

Дата проведения \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	
Относительная влажность	%	
Атмосферное давление	кПа	
Температура воды	°С	

Наименование операции	Технические требования	Заключение о соответствии
Внешний осмотр	соответствует или не соответствует	
Проверка на герметичность и прочность	2,0 МПа	
Опробование	ВЭПС должен быть работоспособен	

Диапазон расходов	Относительная погрешность в % при преобразовании:			Пределы допускаемых относительных погрешностей при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы, %
	расхода		объема в импульсный выходной сигнал	
	в частоту выходного сигнала	в токовый выходной сигнал		
				при $Q_{min} \leq Q < Q_t - \pm 1,5$
				при $Q_t \leq Q \leq Q_{max} - \pm 1$

Заключение о пригодности \_\_\_\_\_ (годен, не годен)

Подпись, фамилия поверителя \_\_\_\_\_

## Б.2 Протокол поверки ВЭПС беспроливным методом

Преобразователь расхода вихревой электромагнитный ВЭПС модификации (указать галочкой)  
 \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-01, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-02, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-03, \_\_\_ ВЭПС-ПБ1-04, \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-01,  
 заводской № \_\_\_\_\_

Дата проведения \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Температура окружающего воздуха	°С	
Относительная влажность	%	
Атмосферное давление	кПа	
Температура воды	°С	

Наименование операции	Технические требования	Заключение о соответствии
Внешний осмотр	соответствует или не соответствует	
Проверка на герметичность и прочность	2,0 МПа	

Наименование метрологической характеристики	Обозначение	Фактическое значение	Пределы допускаемого значения
Разница фактического диаметра проточной части и значения диаметра поточной части, указанного в паспорте ВЭПС в мм	$D_{cp}-D_0$		в поле допусков
Основная погрешность УФС при преобразовании сигнала на электроде ВЭПС в выходной сигнал, %	$\delta_f$		
Основная погрешность УФС при преобразовании сигнала на электроде ВЭПС в число импульсов, %	$\delta_N$		
Основная погрешность УФС при преобразовании частоты в токовый сигнал, % (для модификации ВЭПС-ПБ1-03)	$\delta^I$		

Заключение о пригодности \_\_\_\_\_ (годен, не годен)

Подпись, фамилия поверителя \_\_\_\_\_

