

**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

к.р. 14646-05

г. Димитровград  
2005 г.



отпр. посыл в 2 адреса  
17.02.11

Федеральное государственное унитарное  
предприятие  
**"Всероссийский  
научно-исследовательский институт  
метрологической службы"**

119361, Москва, ул.Озерная, 46

Тел.: (495) 437 5577

Факс: (495) 437 5666

E-mail: Office@vniims.ru

www.vniims.ru

17.02.2011 № 104-25-171

На № \_\_\_\_\_



Руководителю ГЦИ СИ - заместителю  
директора ФГУП "ВНИИР"  
Реуту Г.И.

г. Казань

Техническому директору  
ЗАО "ПромСервис"  
Ещенко С.Н.

г. Димитровград Ульяновской обл.

Сообщаю, что в соответствии с Вашим письмом от 18.01.2011г. исх.№96/02-1 в фонде Госреестра внесены изменения в методику поверки Преобразователей расхода вихревых электромагнитных ВЭПС (Госреестр № 14646-05) "Инструкция ГСИ Преобразователи расхода вихревые электромагнитные ВЭПС. Методика поверки. 4213-017-12560879 МП".

Заместитель директора

В. А. Сковородников

Исп. Ягодникова Е.М.  
Т/ф (495) 437-28-65



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»  
(ФГУП «ВНИИР»)

420088, РТ, г.Казань, ул.2-ая Азинская, 7А  
Тел. (843) 272-70-62, факс (843) 272-00-32, e-mail: [vniiirpr@bk.ru](mailto:vniiirpr@bk.ru)  
ОКПО 02567981, ОГРН 1021603623150, ИНН/КПП 1660007420/166001001

Исх.№ 06/02 - 1  
от «18» 01 2011 г.

*В.А. Сковородников*  
*28.01.11*

✓  
Заместителю директора ФГУП «ВНИИМС»  
Сковородникову В.А.  
119361 Москва, Г-361, ул.Озерная, 46

Техническому директору ЗАО  
«ПромСервис»  
С.Н. Ещёнко  
433502 Россия, Ульяновская обл.,  
г.Димитровград, ул. 50 лет Октября, 112

Направляю Вам извещение 02-14/10 об изменении методики поверки преобразователей расхода вихревых электромагнитных ВЭПС (Госреестр №14646-05) «Инструкция ГСИ Преобразователи расхода вихревые электромагнитные ВЭПС. Методика поверки. 4213-017-12560879МП», согласованное ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» в 2010 г.

Изменения рассмотрены на основании заявки ЗАО «ПромСервис» №1021 от 19.10.2010 г. Протоколы апробации и обоснования внесения изменений имеются.

Приложение:

В первый адрес:

|                                                       |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Копия свидетельства об утверждении типа с приложением | - 1 экз.    |
| Извещение об изменении и заявка, МИ с изм.            | - по 1 экз. |
| Обоснование внесения изменений (без приложений)       | - 1 экз.    |

Во второй адрес:

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Извещение об изменении | - 1 экз. |
|------------------------|----------|

Руководитель ГЦИ СИ –  
заместитель директора ФГУП «ВНИИР»

Г.И. Реут

Закрытое акционерное общество «Промсервис»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГИИ СК-  
заместитель директора ФГУП ВНИИР

Г.И.Реут



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ЗАО «Промсервис»

Минаков



**Извещение 02-14/10 об изменении  
методики поверки 4213-017-12560879 МП**

**на**

**преобразователи расхода вихревые электромагнитные  
ВЭПС**

л.р. 14646-05

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Изн. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Изн. № дубл. | Подп. и дата |
|              |              |              |              |              |

Ульяновская область  
г. Димитровград  
2010

|                         |          |                               |                   |                       |  |                                     |  |
|-------------------------|----------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|--|
| ЗАО<br>“Промсервис”     |          | МС                            |                   | ИЗВЕЩЕНИЕ<br>02-14/10 |  | ОБОЗНАЧЕНИЕ<br>4213-017-12560879 МП |  |
| ДАТА ВЫПУСКА            |          | СРОК ИЗМ.                     |                   |                       |  | Лист                                |  |
| 06.12.2010              |          | 31.12.2010                    |                   |                       |  | 2                                   |  |
| ПРИЧИНА                 |          | Изменение поверочных расходов |                   |                       |  | Код                                 |  |
| УКАЗАНИЕ О ЗАДЕЛЕ       |          | Задела нет                    |                   |                       |  |                                     |  |
| УКАЗАНИЕ О<br>ВНЕДРЕНИИ |          | -                             |                   |                       |  |                                     |  |
| ПРИМЕНЯЕМОСТЬ           |          | -                             |                   |                       |  |                                     |  |
| РАЗОСЛАТЬ               |          | ГЦИ СИ ФГУП ВНИИР             |                   |                       |  |                                     |  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ              |          | 22                            |                   |                       |  |                                     |  |
| ИЗМ.                    |          | СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ          |                   |                       |  |                                     |  |
| 1                       |          | <p>Листы 2 – 22 заменить.</p> |                   |                       |  |                                     |  |
|                         |          |                               |                   |                       |  |                                     |  |
| СОСТАВИЛ                | Яковенко | <i>Г. Олей</i>                | <i>10.12.2010</i> | Н.КОНТР.<br>ПР.ЗАК.   |  |                                     |  |
| ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕС          |          |                               |                   |                       |  |                                     |  |

**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

## 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) Беспроточный 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 $\pm 1/N$ .<br>Вольтметр универсальный цифровой GDM-8245, диапазон измерений постоянного тока (0 – 20) мА, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,3 \% + 2 \text{ ед.мл.разряда})$ .<br>Источник питания постоянного тока Б5.30/3, выходное напряжение (0 – 30) В, выходной ток (0 – 3) А.<br>Термометр стеклянный ртутный ТЛ-4, диапазон измерений (0 – 50) °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,5$ °С.<br>Аспирационный психрометр МВ-4-2М ТУ 52.07(ГРПИ 405.132.001).<br>Барометр aneroid М67 ТУ 2504-1797. |
| 7.4                           | Средства измерений по п. 7.3.<br>Генератор сигналов ГЗ-110, диапазон частот (0,01 – 1000) Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm 6 \times 10^{-6}$ .<br>Частотомер ЧЗ-54, диапазон измеряемых частот 0,1 Гц – 120 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm (5 \cdot 10^{-7} + \text{ед. мл. разряда})$ .<br>Нутромер НМ ГОСТ 10-88.<br>Резисторы МЛТ-0,125 с допуском 10% номиналом 1,5 МОм, 15кОм, 240 Ом, 3,6 Ом.<br>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 патрубок 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 %:

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

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, протекающий 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  $\delta_{\text{н}}^Q$  в % определяют по формуле:

$$\delta_{\text{н}}^Q = \pm \left( |\delta^Q| + |\gamma_{\text{н}}^Q - \tilde{\delta}^Q| \right), \quad (8)$$

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

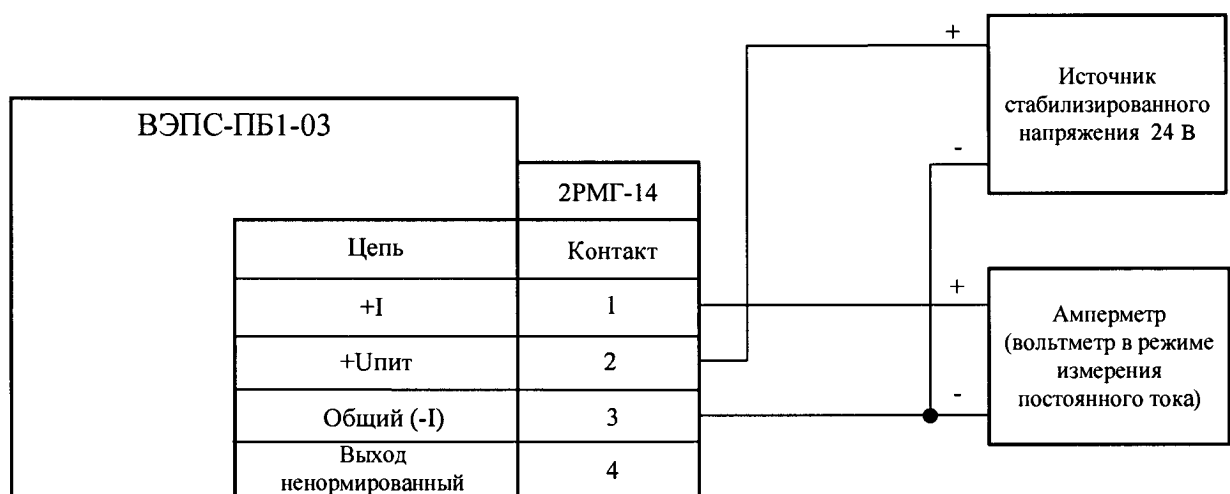
Результаты поверки считают положительными, если основные относительные погрешности при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала не превышают значений, %:

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

#### 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)

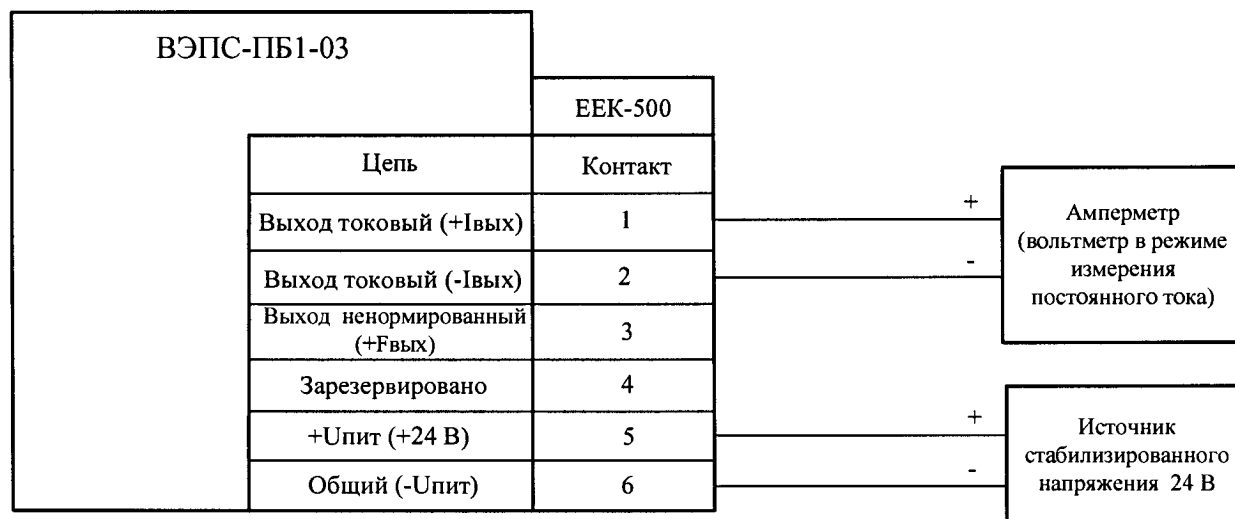


Рисунок 1 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-03:  
а) – с разъемом 2РМГ-14, б) – с кабельным вводом

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  $\delta'_{ij}$  в %:

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

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  $T_{ij}$  прохождения контролируемого объема. Измерения тока должны быть равномерно распределены на временном отрезке  $T_{ij}$ ;

$\bar{I}_{i,j}^P$  – 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  $\delta'_{ij}$  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:

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

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  $V_{i,j}^{\mathfrak{Z}}$  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:

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

где  $m$  – число измерений количества импульсов на нормированном выходе УФС  $N_i^P$ , соответствующего прохождению контролируемого объема  $V_i^{\mathfrak{Z}}$  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)

### Беспротливной метод определения погрешностей

#### А.1 Проверка геометрии проточной части

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

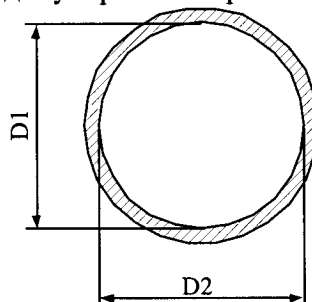


Рисунок А.1

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 | $\pm 0,04$ | $\pm 0,05$ | $\pm 0,06$ | $\pm 0,08$ | $\pm 0,10$ | $\pm 0,16$ | $\pm 0,20$ | $\pm 0,30$ | $\pm 0,10^*$<br>$\pm 0,40^{**}$ | $\pm 0,16^*$<br>$\pm 0,50^{**}$ | $\pm 0,16^*$<br>$\pm 0,60^{**}$ |

\* 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);

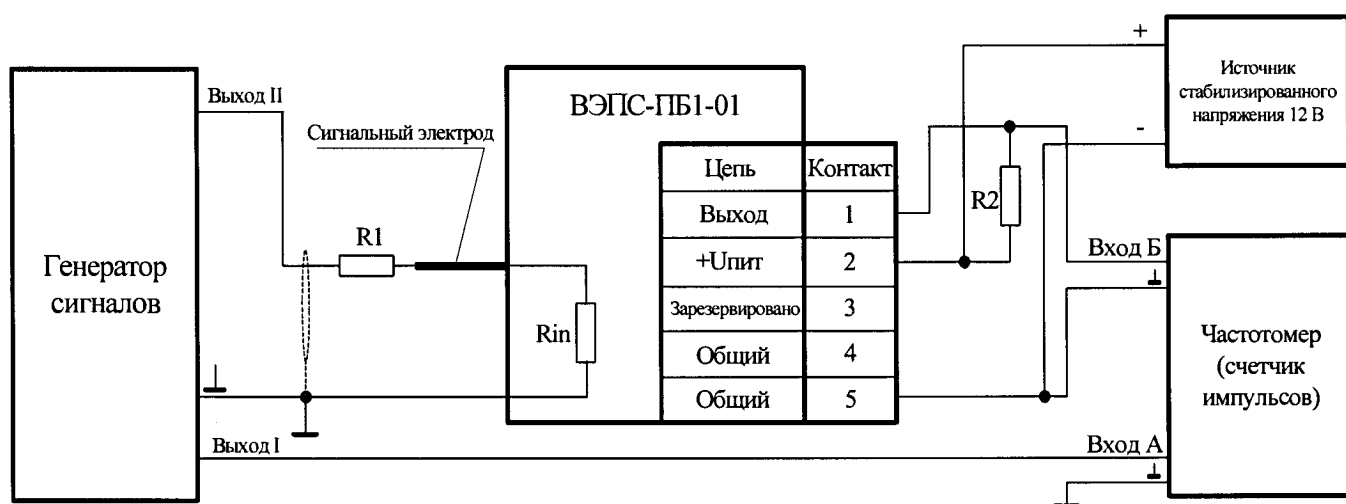
$D_0^*$  – паспортное значение среднего диаметра в мм малой трубы, расположенной в проточной части ВЭПС, (для ВЭПС с Ду от 200 до 300 мм включительно);

$D_0^{**}$  – 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

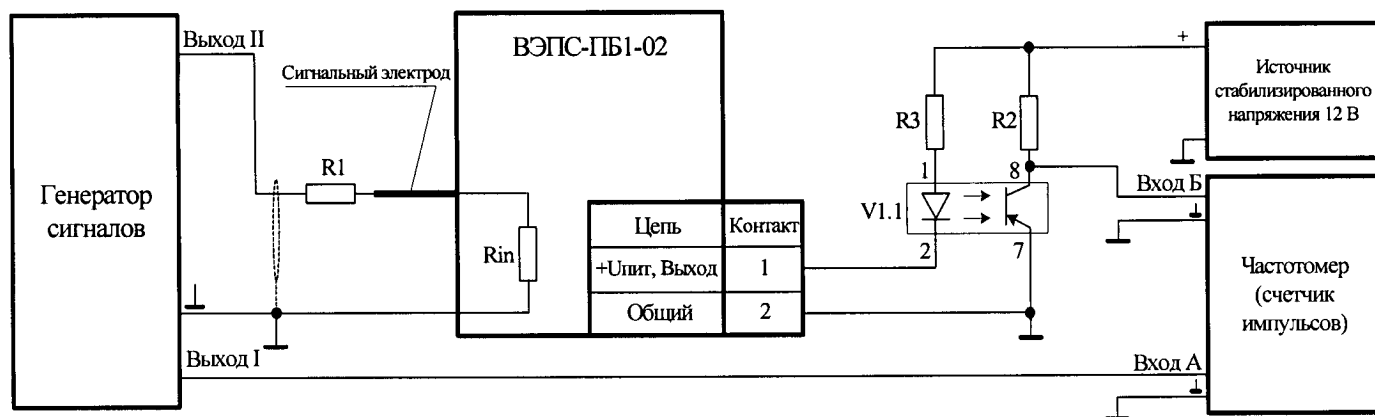
Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-01 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.2, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.3.



$R_{in}$  - 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;

$R1$  и  $R2$  - 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;  
 $R1$ ,  $R2$  и  $R3$  - резисторы МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм, 3,6 Ом и 240 Ом;  
 $V1$  - 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).

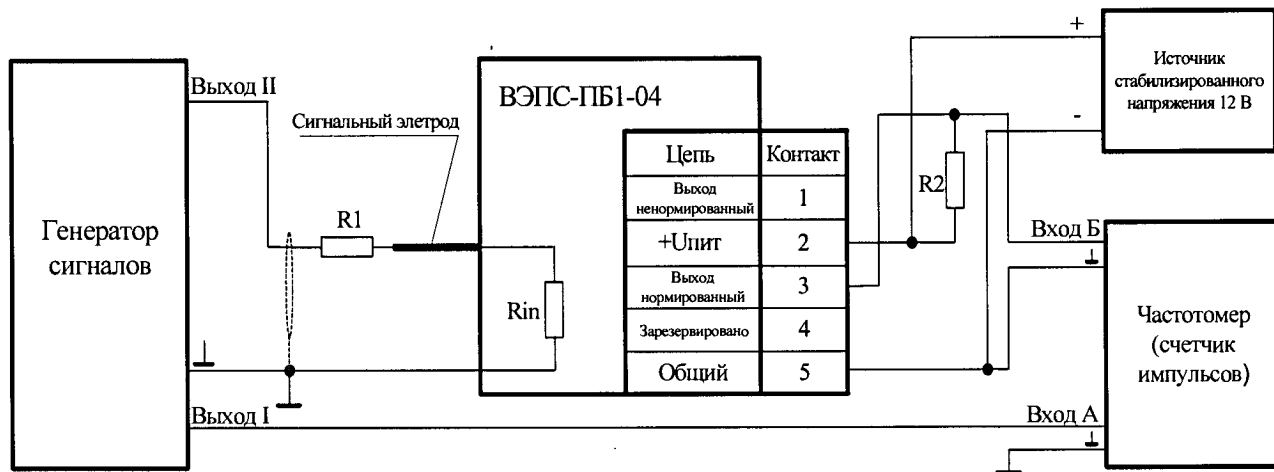
Подают на электрод не менее 1000 импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала). Затем прекращают подачу сигнала.

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**

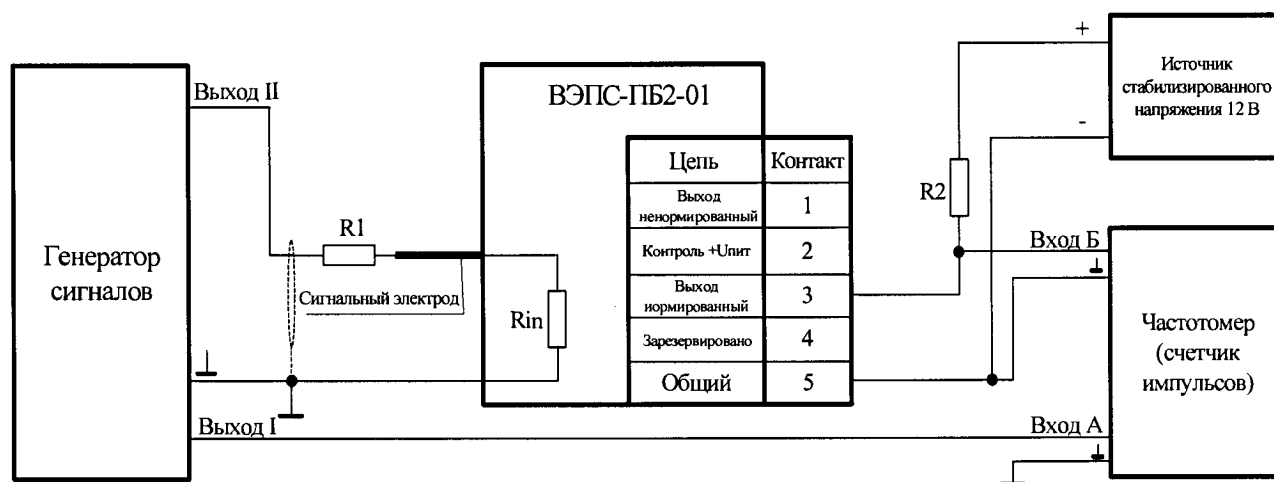
Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-04 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.4, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.5.



$R_{in}$  - 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



Rin - 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:

$$f_{\max} = \frac{Q_{\max}}{3.6 \cdot k}, \quad (\text{A.4})$$

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на не нормированном выходе УФС,  $\text{дм}^3/\text{имп}$  – 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,  $\text{дм}^3/\text{имп}$  – 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  $f_{max}$ .

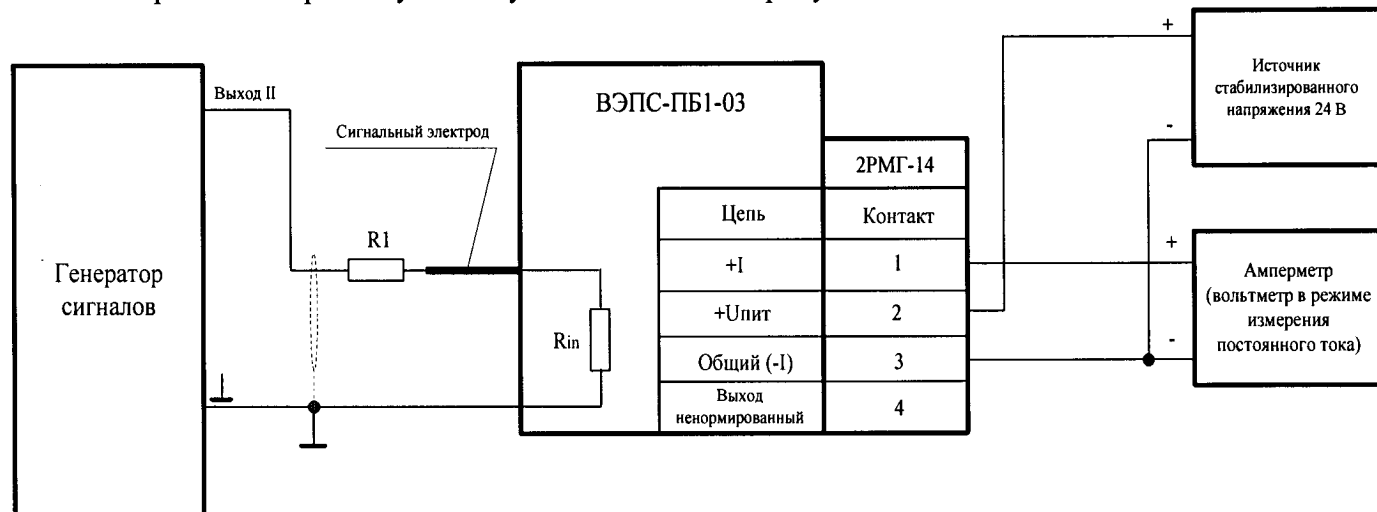
Определяют погрешность  $\delta_N$  в % по формуле:

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

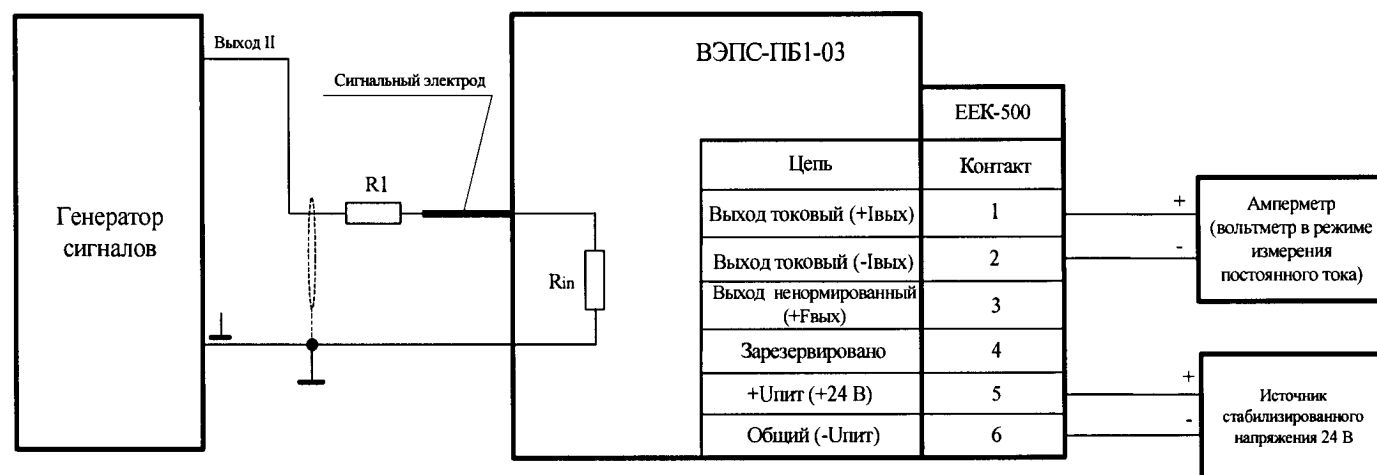
Результаты поверки считают положительными по данному параметру, если погрешности  $\delta_f$ ,  $\delta_N$  не превышают  $\pm 0,1$  %.

#### 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:

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

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  $\delta_j^H$  в % по формуле:

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

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

Результаты поверки считают положительными по данному параметру, если погрешность  $\delta^H$  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 | °C                |          |
| Относительная влажность         | %                 |          |
| Атмосферное давление            | кПа               |          |
| Температура воды                | °C                |          |

| 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 беспроточным 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 | °C                |          |
| Относительная влажность         | %                 |          |
| Атмосферное давление            | кПа               |          |
| Температура воды                | °C                |          |

| 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, %<br>(для модификации ВЭПС-ПБ1-03)          | $\delta^{\pi}$ |                      |                               |

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

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

## Лист регистрации изменений

[illegible]

## Информационные данные

Разработана

ЗАО "ПромСервис",  
433502, г. Димитровград Ульяновской  
области, ул. 50 лет Октября, 112

Исполнитель:

инженер - метролог



Жулинский С. И.

Согласована

ВНИИР

## Содержание

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение</b>                                                 | <b>4</b>  |
| <b>1 Операции поверки</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>2 Средства поверки</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>3 Требование к квалификации поверителей</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>4 Требование безопасности</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>5 Условия поверки</b>                                        | <b>5</b>  |
| <b>6 Подготовка к поверке</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>7 Проведение поверки</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>8 Оформление результатов поверки</b>                         | <b>13</b> |
| <b>Приложение А Беспроливной метод определения погрешностей</b> | <b>14</b> |
| <b>Приложение Б Протоколы поверки</b>                           | <b>21</b> |

Настоящая инструкция распространяется на преобразователи расхода вихревые электромагнитные ВЭПС (далее - ВЭПС) 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 беспроточным методом (Приложение А) при периодической поверке, а для ВЭПС с Ду 200, 250, 300 мм и при первичной 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. Диапазон воспроизводимых расходов, соответствующий диапазону расходов поверяемого ВЭПС. Пределы основной относительной погрешности $\pm 0,35\%$ .<br>Частотомер ЧЗ-63/1. Диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 200 МГц. Пределы основной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7} \pm 1$ ед.сч.<br>Секундомер-таймер СТС-1. Диапазон измерений (0 – 100000) с, пределы основной относительной погрешности $\pm 0,01\%$ .<br>Вольтметр В7–65, предел основной относительной погрешности при измерении напряжения $\pm 0,1\%$ .<br>Магазин сопротивлений Р4831. Диапазон – (0 - $10^6$ ) Ом, класс 0,02/( $2 \cdot 10^{-6}$ ).<br>Источник питания постоянного тока Б5-29.<br>Резистор МЛТ-0,125 с допуском 10%, номиналом 15кОм.<br>Термометр ТЛ-19, диапазон температур от 1 до 50 °С, погрешность не более $\pm 0,1$ °С.<br>Аспирационный психрометр МВ-4-2М ТУ 52.07(ГРПИ 405.132.001).<br>Барометр aneroid М67 ТУ 2504-1797. |
| 7.4                           | Средства измерений по п. 7.3.<br>Генератор сигналов ГЗ-110, Диапазон частот (0,01 - 1000) Гц, погрешность $\pm 6 \times 10^{-6}$ .<br>Нутромер НМ ГОСТ 10-88.<br>Измеритель магнитной индукции Ш1-8. Диапазон (0,01-0,3) Тл, пределы основной относительной погрешности $\pm 2,0\%$ .<br>Резисторы МЛТ-0,125 с допуском 10% номиналом 1,5 МОм, 15кОм, 10кОм, 150 Ом.<br>Конденсаторы К10-17В номиналом 0,47 мкф, 0,1 мкф.<br>Микросхемы: 78L05 – 2 шт, К561ТЛ1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

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.

4.2 Монтаж электрических соединений производить в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84, ГОСТ Р 51350-99 и “Правилами устройства электроустановок” (раздел VII).

### **5 Условия поверки**

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С -  $(20 \pm 5)$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % - от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа - от 84 до 106,7;
- напряжение питания ВЭПС модификации с внешним питанием, В - 12;
- измеряемая среда - водопроводная вода при температуре, °С -  $20 \pm 10$ ;
- 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  $\pm 2,5$  % 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 6 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 патрубок 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  $Q_{min}$ ,  $Q_l$ ,  $Q_{sr}$ ,  $Q_{max}$  (таблица 3), погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 - на значениях расхода  $Q_{min}$ ,  $Q_l$ ,  $Q_2$ ,  $Q_{max}$  (таблица 4). При этом точность установки расхода  $Q_{min}$ ,  $Q_l$ ,  $Q_{max}$  должна быть не хуже, чем плюс 10 %,  $\pm 5$  %, минус 10 %, точность установки расхода  $Q_{sr}$ ,  $Q_l$ ,  $Q_2$  - не хуже, чем  $\pm 10$  %.

Таблица 3 – Значения расходов для определения основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-03, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01

| Ду, мм | Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч |       |          |           |
|--------|-------------------------------------|-------|----------|-----------|
|        | $Q_{min}$                           | $Q_l$ | $Q_{sr}$ | $Q_{max}$ |
| 20     | 0,3                                 | 0,5   | 4        | 8         |
| 25     | 0,4                                 | 0,6   | 5        | 10        |
| 32     | 0,5                                 | 1,0   | 8        | 16        |
| 40     | 0,8                                 | 1,6   | 12,5     | 25        |
| 50     | 1,0                                 | 2,0   | 16       | 32        |
| 80     | 2,5                                 | 5,0   | 40       | 80        |
| 100    | 5,0                                 | 10    | 80       | 160       |
| 150    | 12,5                                | 25    | 200      | 400       |
| 200    | 25                                  | 40    | 315      | 630       |
| 250    | 32                                  | 63    | 500      | 1000      |
| 300    | 50                                  | 100   | 800      | 1600      |

Таблица 4 – Значения расходов для определения погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05

| Ду, мм | Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч |       |       |           |
|--------|-------------------------------------|-------|-------|-----------|
|        | $Q_{min}$                           | $Q_1$ | $Q_2$ | $Q_{max}$ |
| 20     | 0,2                                 | 0,5   | 5,0   | 10        |
| 25     | 0,25                                | 0,63  | 6,0   | 12,5      |
| 32     | 0,3                                 | 1,25  | 12    | 25        |
| 40     | 0,4                                 | 1,6   | 16    | 32        |
| 50     | 0,63                                | 2,5   | 25    | 50        |
| 80     | 1,25                                | 5,0   | 50    | 100       |
| 100    | 2,5                                 | 10    | 100   | 200       |
| 150    | 5                                   | 20    | 200   | 400       |
| 200    | 8                                   | 30    | 300   | 630       |
| 250    | 12                                  | 50    | 500   | 1000      |
| 300    | 20                                  | 80    | 800   | 1600      |

Для уменьшения затрат времени при определении основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 допускается изменение веса импульсов выходного сигнала на нормированном выходе усилителя-формирователя сигнала (УФС). Рекомендуемые значения веса импульсов указаны в таблице 5.

Таблица 5

| Ду, мм                                                      | 20   | 25 | 32  | 40 | 50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|-------------------------------------------------------------|------|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Рекомендуемые значения веса импульсов, дм <sup>3</sup> /имп | 0,02 |    | 0,2 |    |    | 1  |     | 10  |     |     |     |

#### 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 модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01, ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05.

Проверяют отсутствие сигнала на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации 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:

- при определении погрешностей методом сличения с эталонным расходомером:
  - текущее значение расхода через проточную часть ВЭПС;
  - частоту сигнала на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01) с погрешностью не более, чем  $\pm 0,2$  %;
- при определении погрешностей с помощью эталонных мерных емкостей:
  - объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
  - количество импульсов на выходе УФС (на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01). Количество импульсов должно быть не менее 500;
  - время прохождения объема испытательной воды через проточную часть ВЭПС;
- температуру испытательной воды.

Кроме того, для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 на значении расхода  $Q_{max}$  фиксируют:

- при определении погрешностей методом сличения с эталонным расходомером:
  - текущее значение расхода через проточную часть ВЭПС;
  - частоту сигнала на ненормированном выходе УФС с погрешностью не более, чем  $\pm 0,2$  %;

- при определении погрешностей с помощью эталонных мерных емкостей:
  - объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
  - количество импульсов на ненормированном выходе УФС. Количество импульсов должно быть не менее 500;
  - время прохождения объема испытательной воды 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 %:

- **при определении погрешностей методом сличения с эталонным расходомером:**
  - для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 по формуле:

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

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

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

- для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 по формуле:

$$\delta_{i,j}^Q = 100 \cdot \frac{3,6 \cdot k_p \cdot F_{i,j} - Q_{i,j}}{Q_{i,j}}, \quad (2)$$

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

$F_{i,j}$  – частота сигнала на нормированном выходе УФС в Гц при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода  $Q_{i,j}$ ;

- **при определении погрешностей с помощью эталонных мерных емкостей:**
  - для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 по формуле:

$$\delta_{i,j}^Q = 100 \cdot \frac{3,6 \cdot k \cdot \bar{f}_{i,j} - \bar{Q}_{i,j}}{\bar{Q}_{i,j}}, \quad (3)$$

где  $k$  – то же, что и в формуле (3);

$$\bar{Q}_{i,j} = 3,6 \cdot \frac{V_{i,j}^{\partial}}{T_{i,j}}, \quad (4)$$

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

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

$$\bar{f}_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{T_{i,j}}, \quad (5)$$

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;

- для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 по формуле:

$$\delta_{i,j}^Q = 100 \cdot \frac{3,6 \cdot k_p \cdot \bar{F}_{i,j} - \bar{Q}_{i,j}}{\bar{Q}_{i,j}}, \quad (6)$$

где  $k_p$  – то же, что и в формуле (3);

$\bar{Q}_{i,j}$  – то же, что и в формуле (4);

$$\bar{F}_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{T_{i,j}}, \quad (7)$$

здесь  $N_{i,j}$  – количество импульсов на нормированном выходе УФС, зарегистрированное счетчиком импульсов (частотомером) за время прохождения через проточную часть ВЭПС контролируемого объема при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода.

За основную относительную погрешность  $\delta^Q$  при преобразовании расхода в частоту выходного электрического сигнала принимают:

- для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, на ненормированном выходе УФС - для модификации ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01: максимальные значения из  $\delta_{i,j}^Q$  в диапазонах расходов от  $Q_{min}$  до  $Q_l$  и от  $Q_l$  до  $Q_{max}$ ;

- для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05: максимальное значение из  $\delta_{i,j}^Q$  в диапазоне расходов от  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$ .

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

$$\tilde{\delta}^Q = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i^Q, \quad (8)$$

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

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

- при определении погрешности методом сличения с эталонным расходомером по формуле:

$$\gamma_n^Q = \frac{100}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{3,6 \cdot k_p \cdot F_i - Q_i}{Q_i} \right), \quad (9)$$

где  $m$  – число измерений частоты сигнала на нормированном выходе УФС  $F_i$  в Гц, соответствующей текущему значению расхода  $Q_i$  на точке расхода  $Q_{max}$ ;

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

- при определении погрешности с помощью эталонных мерных емкостей по формуле:

$$\gamma_n^Q = \frac{100}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \left( \frac{3,6 \cdot k_p \cdot \bar{F}_i - \bar{Q}_i}{\bar{Q}_i} \right), \quad (10)$$

где  $m$  – число измерений среднего значения частоты сигнала на нормированном выходе УФС  $\bar{F}_i$  в Гц, соответствующей среднему значению расхода  $\bar{Q}_i$  на точке расхода  $Q_{max}$ ;

$$\bar{Q}_i = 3,6 \cdot \frac{V_i^Q}{T_i}, \quad (11)$$

здесь  $V_i^Q$  – контролируемый объем, протекший через проточную часть ВЭПС в  $дм^3$  при  $i$ -ом измерении на точке расхода  $Q_{max}$ ;

$T_i$  – время прохождения контролируемого объема в с при  $i$ -ом измерении на точке расхода  $Q_{max}$ ;

$$\bar{F}_i = \frac{N_i}{T_i}, \quad (12)$$

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 на точке расхода  $Q_{max}$ .

Основные относительные погрешности ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 при преобразовании

расхода в частоту электрического сигнала на нормированном выходе УФС  $\delta_n^Q$  в % определяют по формуле:

$$\delta_n^Q = \pm \left( \left| \delta^Q \right| + \left| \gamma_n^Q - \tilde{\delta}^Q \right| \right), \quad (13)$$

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

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

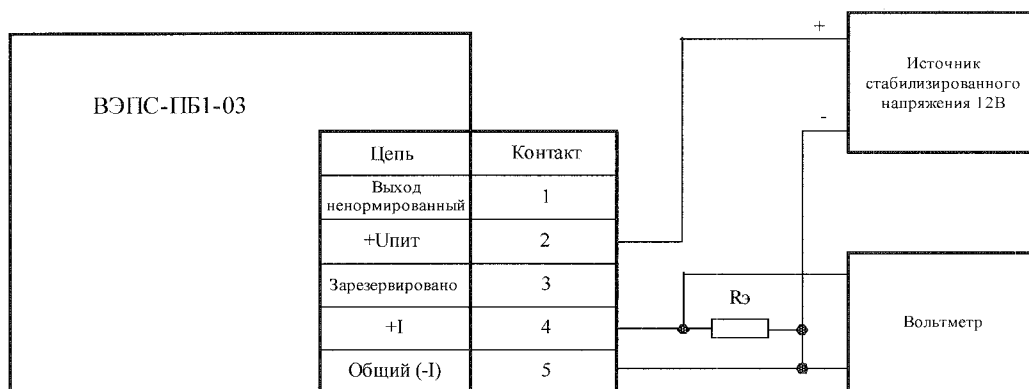
- для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-03, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01:

- |                                            |   |             |
|--------------------------------------------|---|-------------|
| - от $Q_{min}$ до $Q_t$                    | - | $\pm 1,5$ ; |
| - от $Q_t$ до $Q_{max}$                    | - | $\pm 1,0$ ; |
| - для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 | - | $\pm 1,0$ . |

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

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

Подключают к токовому выходу УФС ВЭПС-ПБ1-03 магазин сопротивлений, вольтметр и источник стабилизированного напряжения в соответствии с рисунком 1.



+I – плюс токового выхода;  $R_z$  – магазин сопротивлений

Рисунок 1

Устанавливают на магазине сопротивлений значение сопротивления 100 Ом.

На каждом значении расхода  $1,2 \cdot Q_{min}$ ,  $Q_t$ ,  $Q_{sr}$ ,  $Q_{max}$  ( $Q_{min}$ ,  $Q_t$ ,  $Q_{sr}$ ,  $Q_{max}$  из таблицы 3) выполняют не менее трех измерений. В процессе измерений контролируют:

- при определении погрешностей методом сличения с эталонным расходомером:
  - текущее значение расхода через проточную часть ВЭПС;
  - напряжение на магазине сопротивлений, соответствующее текущему значению расхода;
- при определении погрешностей с помощью эталонных мерных емкостей:
  - объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
  - напряжение на магазине сопротивлений;
  - время прохождения объема воды 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  $\delta_{i,j}^I$  в %:

- при определении погрешностей методом сличения с эталонным расходомером по формуле:

$$\delta_{i,j}^I = 100 \cdot \frac{I_{i,j} - I_{i,j}^P}{I_{i,j}^P}, \quad (14)$$

где  $I_{i,j}$  -  $i$ -ое значение тока в мА на токовом выходе УФС, соответствующее текущему расходу  $Q_{i,j}$ :

$$I_{i,j} = 10^{-3} \cdot \frac{U_{i,j}}{R_9}, \quad (15)$$

здесь  $U_{i,j}$  - напряжение на магазине сопротивлений, соответствующее текущему значению расхода, В;

$R_9$  - значение сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, Ом;

$I_{i,j}^p$  - расчетное значение тока в мА на токовом выходе УФС на  $j$ -ом значении расхода, соответствующее текущему расходу  $Q_{i,j}$ , вычисляемое по формуле:

$$I_{i,j}^p = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \cdot (Q_{i,j} - Q_{\min}) + I_{\min}, \quad (16)$$

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  $Q_{\min}$ ;

- при определении погрешностей с помощью эталонных мерных емкостей по формуле:

$$\delta_{i,j}^I = 100 \cdot \frac{\bar{I}_{i,j} - \bar{I}_{i,j}^p}{\bar{I}_{i,j}^p}, \quad (17)$$

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

$$\bar{I}_{i,j} = \frac{10^{-3}}{s \cdot R_9} \cdot \sum_{l=1}^s U_{i,j,l}, \quad (18)$$

здесь  $s \geq 5$  - число измерений напряжения  $U_{i,j,l}$ , В, на сопротивлении  $R_9$  за время пролива контролируемого объема  $T_{i,j}$ . Измерения напряжения  $U_{i,j,l}$  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 среднему расходу  $\bar{Q}_{i,j}$ , вычисляемому по формуле (5).

$$\bar{I}_{i,j}^p = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}} \cdot (\bar{Q}_{i,j} - Q_{\min}) + I_{\min}. \quad (19)$$

За основные относительные погрешности  $\delta^I$  при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал принимают максимальные значения из  $\delta_{i,j}^I$  в диапазонах расходов от  $Q_{\min}$  до  $Q_t$  и от  $Q_t$  до  $Q_{\max}$ ;

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

- |                          |   |             |
|--------------------------|---|-------------|
| - от $Q_{\min}$ до $Q_t$ | - | $\pm 1,5$ ; |
| - от $Q_t$ до $Q_{\max}$ | - | $\pm 1,0$ ; |

#### 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 модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01, ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05.

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 ненормированном 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  $Q_{max}$  фиксируют:

- объем, прошедший через проточную часть ВЭПС;
- количество импульсов на ненормированном выходе УФС. Количество импульсов должно быть не менее 500.

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 %:

- для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01 по формуле:

$$\delta_{i,j}^V = 100 \cdot \frac{k \cdot N_{i,j} - V_{i,j}^{\ominus}}{V_{i,j}^{\ominus}}, \quad (20)$$

где  $k$  – то же, что и в формуле (3);

$N_{i,j}$  – 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  $V_{i,j}^{\ominus}$  в  $\text{дм}^3$  при  $i$ -ом измерении на  $j$ -ой точке расхода;

- для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 по формуле:

$$\delta_{i,j}^V = 100 \cdot \frac{k_p \cdot N_{i,j}^P - V_{i,j}^{\ominus}}{V_{i,j}^{\ominus}}, \quad (21)$$

где  $k_p$  – то же, что и в формуле (4);

$N_{i,j}^P$  – количество импульсов на выходе УФС, зарегистрированное счетчиком импульсов (частотомером) при прохождении через проточную часть ВЭПС контролируемого объема  $V_{i,j}^{\ominus}$  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 расходов от  $Q_{min}$  до  $Q_l$  и от  $Q_l$  до  $Q_{max}$ ;
- для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05: максимальное значение из  $\delta_{i,j}^V$ .

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

$$\tilde{\delta}^V = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i^V, \quad (21)$$

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

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

$$\gamma_n^V = \frac{100}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{k_p \cdot N_i^P - V_i^{\ominus}}{V_i^{\ominus}}, \quad (22)$$

где  $m$  – число измерений количества импульсов на нормированном выходе УФС  $N_i^P$ , соответствующего прохождению контролируемого объема  $V_i^{\ominus}$  на точке расхода  $Q_{max}$ .

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:

$$\delta''^V = \pm \left( \left| \delta^V \right| + \left| \gamma''^V - \tilde{\delta}^V \right| \right), \quad (23)$$

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, %:

- для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-03, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01:

|                                            |   |             |
|--------------------------------------------|---|-------------|
| - от $Q_{min}$ до $Q_t$                    | - | $\pm 1,5$ ; |
| - от $Q_t$ до $Q_{max}$                    | - | $\pm 1,0$ ; |
| - для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 | - | $\pm 1,0$ . |

## 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.

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 ПР50.2.006-94.

## Приложение А (обязательное)

### Беспротливной метод определения погрешностей

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

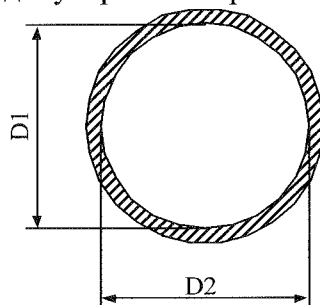


Рисунок А.1

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 | $\pm 0,04$ | $\pm 0,05$ | $\pm 0,06$ | $\pm 0,08$ | $\pm 0,10$ | $\pm 0,16$ | $\pm 0,20$ | $\pm 0,30$ | $\pm 0,10^*$<br>$\pm 0,40^{**}$ | $\pm 0,16^*$<br>$\pm 0,50^{**}$ | $\pm 0,16^*$<br>$\pm 0,60^{**}$ |

\* - для малой трубы, расположенной в проточной части.  
\*\* - для основной трубы.

Производят измерение магнитной индукции в проточной части в точке, указанной стрелкой на рисунке А.2.

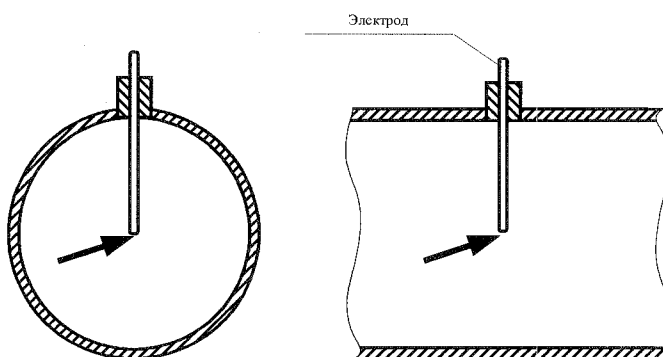


Рисунок А.2 – Точка, в которой измеряют магнитную индукцию

Сравнивают полученное абсолютное значение магнитной индукции  $B$  со значением  $B_0$ , указанным в паспорте ВЭПС.

ВЭПС данной модификации считают выдержавшим испытание по данным параметрам, если:

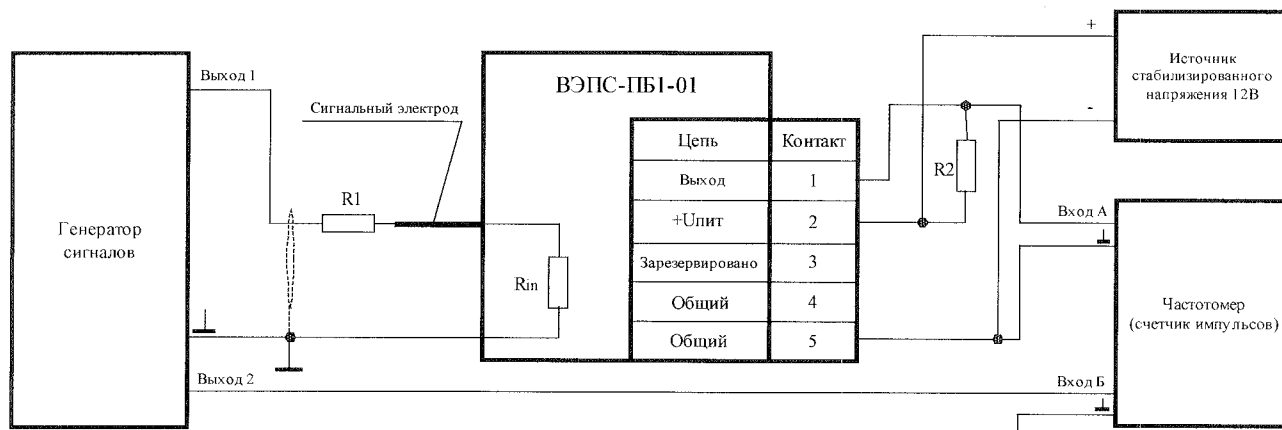
- разница между  $D_{cp}$  и  $D_0$  не превышает значений допусков, указанных в таблице А.1;
- разница между  $B$  и  $B_0$  не менее  $0,1 \cdot B_0$ .

В противном случае ВЭПС подлежит передаче изготовителю для ремонта, повторной градуировки, настройки и проверки. При этом в паспорт ВЭПС вносят новые значения

градуировочных параметров,  $D_0$  и  $B_0$ .

## 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.3, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.4.

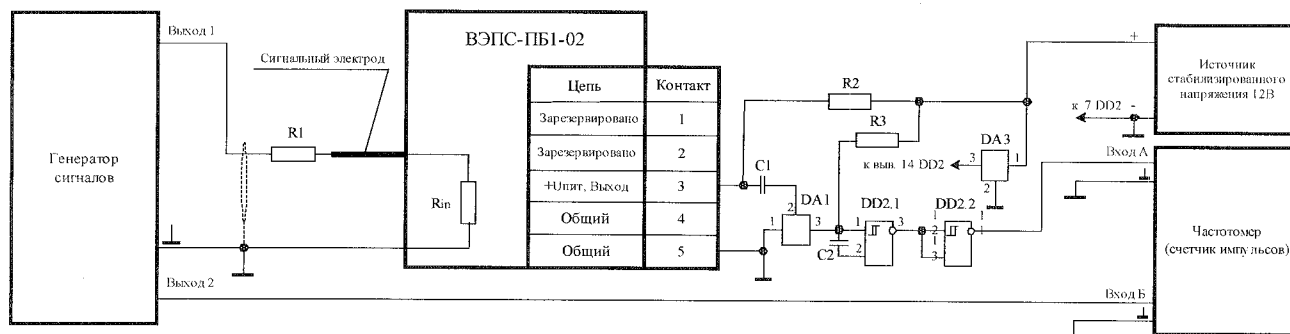


$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-01: 1,5 кОм – для Ду от 20 до 50 мм;

300 Ом - для Ду от 80 мм и более;

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

Рисунок А.3 – 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;

резисторы МЛТ-0,125:  $R_1$  1,5 МОм;  $R_2$  150 Ом;  $R_3$  10 кОм;

конденсаторы: К10-17В:  $C_1$  0,47 мкф;  $C_2$  0,1 мкф;

микросхемы: DA1, DA3 78L05; DD2 К561ТЛ1

Рисунок А.4– Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-02

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

$$f_{max} = \frac{Q_{max}}{3,6 \cdot k}, \quad (A.2)$$

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 26 дБ.

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

Переводят частотомер в режим суммирования (счета).

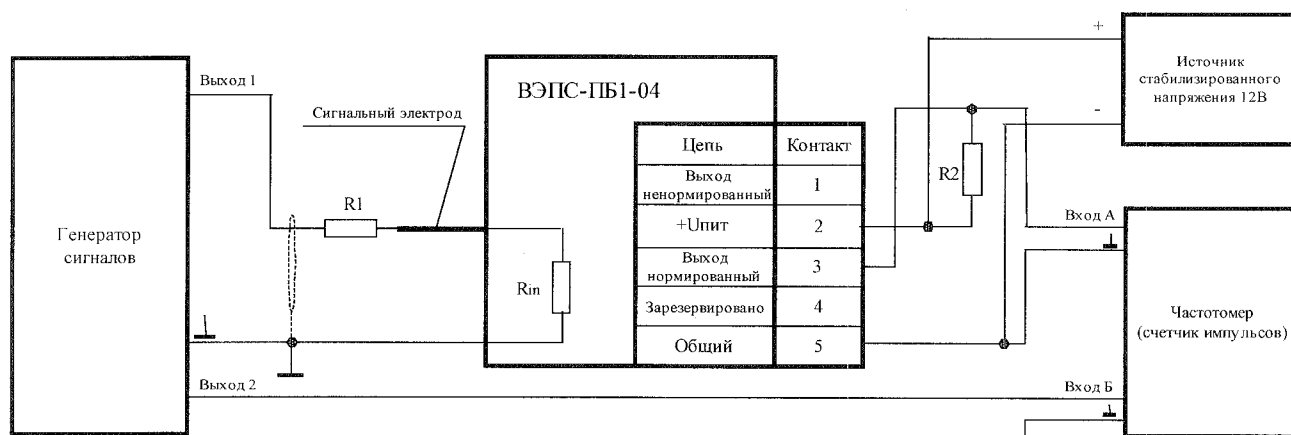
Подают на электрод не менее 1000 импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала). Затем прекращают подачу сигнала.

ВЭПС данной модификации считают выдержавшим испытание, 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

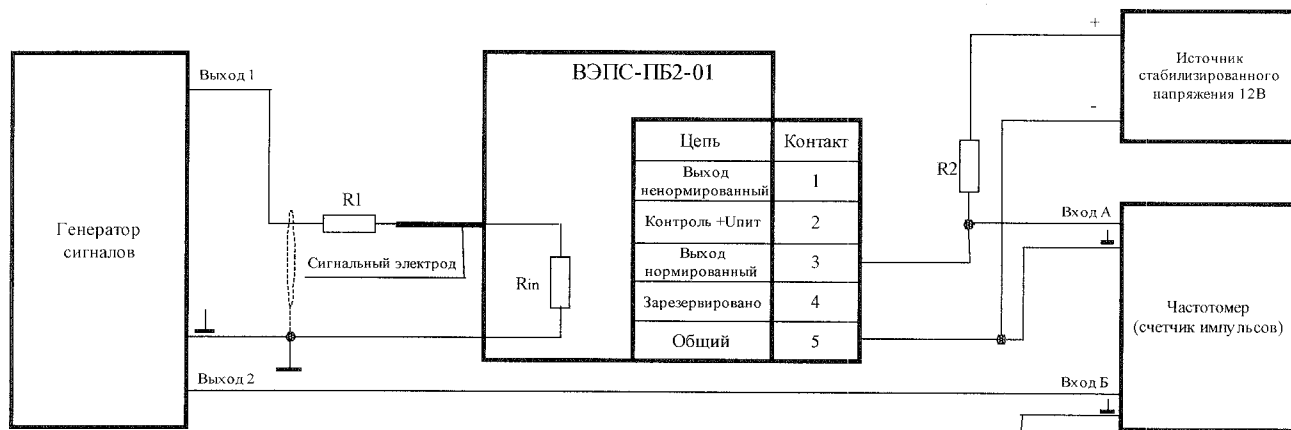
Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-04 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.5, модификации ВЭПС-ПБ1-02 - в соответствии с рисунком А.6.



$R_{in}$  - 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 15кОм

Рисунок А.5 – 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 15кОм

Рисунок А.6 – Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ2-01

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

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

где  $k$  – индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на ненормированном выходе УФС,  $dm^3/имп$  – 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 26 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:

$$\delta_f = 100 \cdot \left( \frac{k_p \cdot F_{max}}{k \cdot f_{max}} - 1 \right), \quad (A.4)$$

где  $k_p$  – коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов), нормированный на единицу объема,  $dm^3/имп$  – 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  $\Lambda$ :

$$\Lambda = \frac{N}{N_p}, \quad (A.5)$$

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  $f_{max}$ .

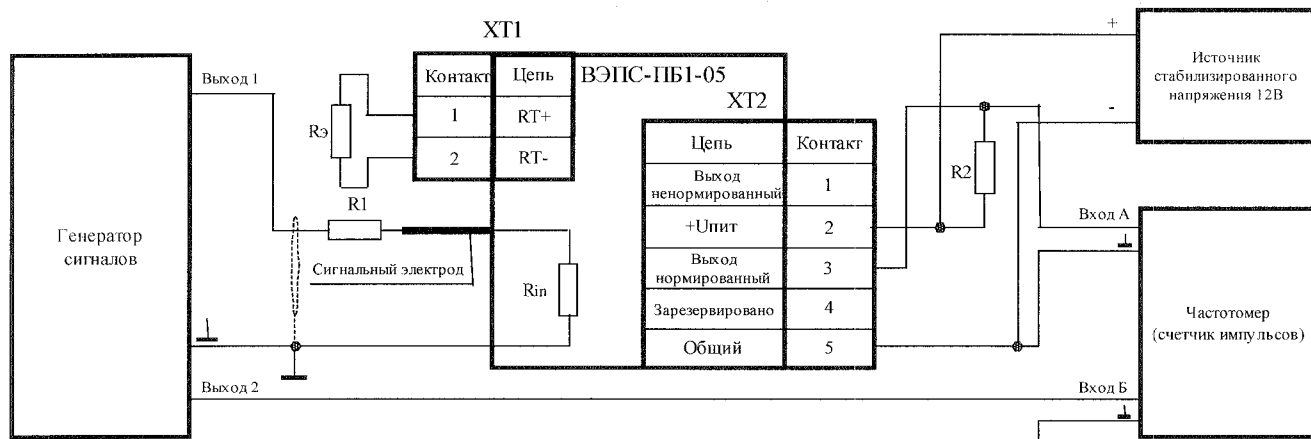
Определяют погрешность  $\delta_N$  в % по формуле:

$$\delta_N = 100 \cdot \left( \frac{k_p / k}{\Lambda} - 1 \right). \quad (A.6)$$

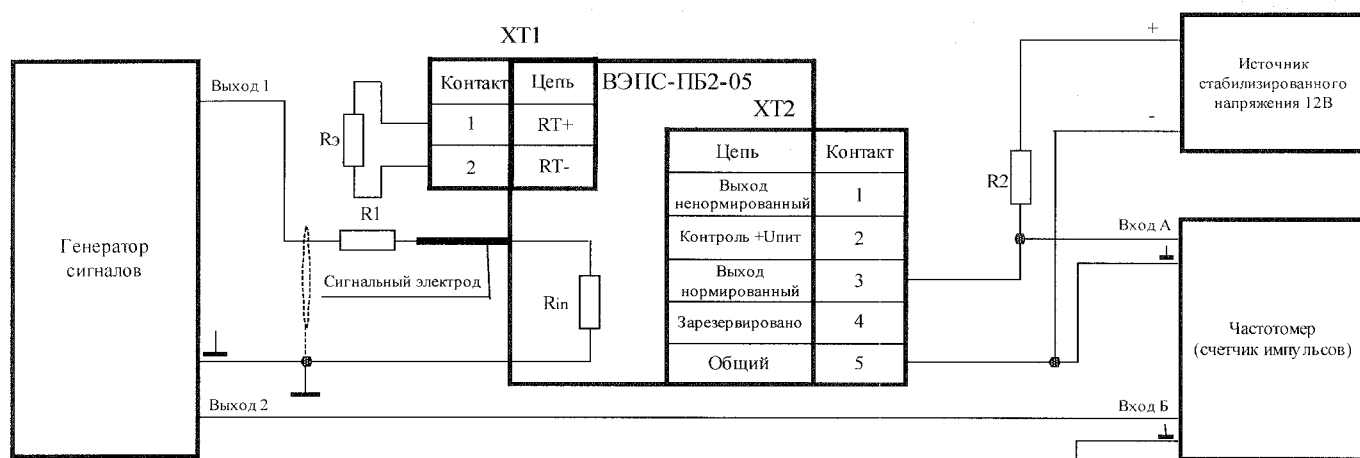
ВЭПС данной модификации считают выдержавшим испытание, если погрешности  $\delta_f$ ,  $\delta_N$  не превышают  $\pm 0,1\%$ .

#### **А.4 Определение основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05 при преобразовании расхода и объема в выходные электрические сигналы**

Для ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-05 собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.7, модификации ВЭПС-ПБ2-05 – в соответствии с рисунком А.8.



$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ1-05: 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 15кОм;  $R_3$  – магазин сопротивлений  
 Рисунок А.7 – Схема для определения погрешностей  
 модификации ВЭПС-ПБ1-05



$R_{in}$  - входное сопротивление УФС ВЭПС-ПБ2-05: 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 15кОм;  $R_3$  – магазин сопротивлений  
 Рисунок А.8 – Схема для определения погрешностей  
 модификации ВЭПС-ПБ2-05

Устанавливают на магазине сопротивлений значение сопротивления, соответствующее при температуре 20 °С сопротивлению преобразователя температуры, интегрированного в конструкцию ВЭПС данной модификации.

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

Устанавливают на генераторе частоту генерации, равную частоте  $f_{max}^{20}$  (паспортные данные), соответствующей при температуре 20 °С расходу  $Q_{max}$ .

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 26 дБ.

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

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

$$\delta_f = 100 \cdot \left( \frac{F_{max}}{F(f_{max}^{20}, 20)} - 1 \right), \quad (A.7)$$

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

$f_{max}^{20}$ ;

$F(f_{max}^{20}, 20)$  - расчетное значение частоты сигнала на нормированном выходе УФС, соответствующее при температуре 20 °С расходу  $Q_{max}$ , - паспортные данные.

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  $\Lambda$ :

$$\Lambda = \frac{N}{N_p}, \quad (A.8)$$

где  $N_p$  - количество импульсов на нормированном выходе УФС при частоте сигнала на электроде  $f_{max}^{20}$ ;

$N$  - количество импульсов (положительных полупериодов синусоидального сигнала), поданных на электрод, при частоте сигнала  $f_{max}^{20}$ .

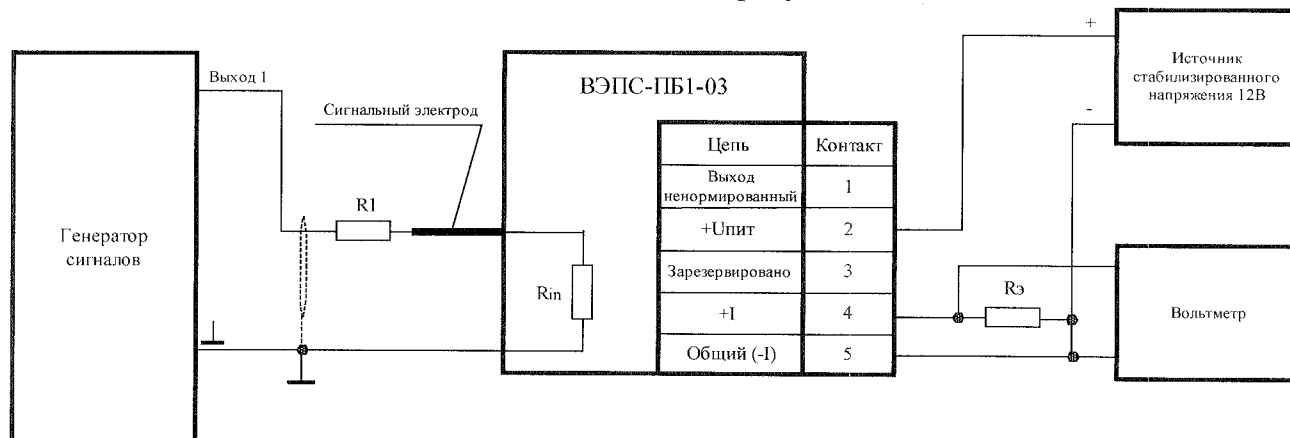
Определяют погрешность  $\delta_N$  в % по формуле:

$$\delta_N = 100 \cdot \left( \frac{f_{max}^{20} / F(f_{max}^{20}, 20)}{\Lambda} - 1 \right). \quad (A.9)$$

ВЭПС данной модификации считают выдержавшим испытание, если погрешности  $\delta_f$ ,  $\delta_N$  не превышают  $\pm 0,1\%$ .

#### A.5 Определение основных погрешностей ВЭПС модификации ВЭПС-ПБ1-03, при преобразовании расхода в токовый выходной электрический сигнал

Собирают электрическую схему в соответствии с рисунком А.9.



$R_{in}$  - 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;

$R1$  - резистор МЛТ-0,125 номиналом 1,5 МОм;  $R_3$  - магазин сопротивлений

Рисунок А.9 - Схема для определения основных погрешностей модификации ВЭПС-ПБ1-03

Устанавливают на магазине сопротивлений значение сопротивления 100 Ом.

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

$$f_j = \frac{Q_j}{3,6 \cdot k}, \quad (A.10)$$

где  $k$  - индивидуальный коэффициент преобразования расхода в частоту электрического сигнала (вес выходных импульсов) на ненормированном выходе УФС,  $dm^3/имп$  - 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  $Q_{max}$ ,  $Q_{sr}$ ,  $Q_t$ ,  $1,2 \cdot Q_{min}$  по формуле:

$$I_j^p = \frac{I_{max} - I_{min}}{Q_{max} - Q_{min}} \cdot (Q_j - Q_{min}) + I_{min}, \quad (A.11)$$

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.

Устанавливают на генераторе частоту генерации  $f_j$ .

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

С помощью вольтметра контролируют напряжение на магазине сопротивлений.

Определяют значение тока  $I_j$  в мА по формуле:

$$I_j = 10^{-3} \cdot \frac{U_j}{R_3}, \quad (A.12)$$

здесь  $U_j$  - напряжение на магазине сопротивлений, соответствующее частоте  $f_j$ ;

$R_3$  - сопротивление, установленное на магазине сопротивлений, Ом.

Округляют полученные значения до трех значащих цифр.

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

$$\delta_j^{\%} = 100 \cdot \left( \frac{I_j}{I_j^p} - 1 \right). \quad (A.13)$$

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

ВЭПС данной модификации считают выдержавшим испытание, 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-ПБ1-05,  
 \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-01, \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-05, заводской № \_\_\_\_\_

Дата проведения \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

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

| 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 |                                     |                                                                                                                                                                    |
|                   |                                                   |                           |                                     | Для модификации ВЭПС-ПБ1-01, ВЭПС-ПБ1-02, ВЭПС-ПБ1-03, ВЭПС-ПБ1-04, ВЭПС-ПБ2-01:<br>- от $Q_{min}$ до $Q_I$ - $\pm 1,5$ ;<br>- от $Q_I$ до $Q_{max}$ - $\pm 1,0$ . |
|                   |                                                   |                           |                                     | Для модификации ВЭПС-ПБ1-05, ВЭПС-ПБ2-05      - $\pm 1,0$ .                                                                                                        |

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-ПБ1-05,  
 \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-01, \_\_\_ ВЭПС-ПБ2-05, заводской № \_\_\_\_\_

Дата проведения \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

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

| 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               |
| Разница абсолютного значения магнитной индукции $B$ и значения $B_0$ , указанного в паспорте ВЭПС, в мТл          | $B-B_0$      |                      | не менее $0,1 \cdot B_0$      |
| 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)             | $\delta^H$   |                      |                               |

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

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