



Зам. директора ФГУП «ВНИИМС»

*Н.В. Иванникова* Н.В. Иванникова

«*12*» *февраля* 2016 г.

# ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР

«ПАРМА ВАФ<sup>®</sup>-А(С)»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РА1.007.004 МП

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Нормируемые метрологические характеристики .....  | 4  |
| 2     | Операции поверки.....   | 4  |
| 2.1   | Операции поверки .....  | 4  |
| 2.2   | Средства поверки.....   | 5  |
| 2.3   | Требования к квалификации поверителей.....  | 5  |
| 2.4   | Требования безопасности.....  | 5  |
| 2.5   | Условия проведения поверки и подготовка к ней.....  | 6  |
| 3     | Проведение поверки .....  | 7  |
| 3.1   | Внешний осмотр .....  | 7  |
| 3.2   | Проверка сопротивления изоляции ВАФ .....   | 7  |
| 3.3   | Проверка электрической прочности изоляции измерительного блока .....  | 7  |
| 3.4   | Проверка электрической прочности изоляции датчиков тока.....  | 8  |
| 3.5   | Проверка параметров входных электрических цепей ВАФ.....  | 8  |
| 3.6   | Включение и опробование .....   | 9  |
| 3.7   | Проверка программного обеспечения .....   | 9  |
| 3.8   | Определение метрологических характеристик .....   | 9  |
| 3.8.1 | Проверка диапазона и определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения<br>постоянного тока .....                                    | 10 |
| 3.8.2 | Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты<br>переменного тока опорным каналом ВАФ.....                      | 11 |
| 3.8.3 | Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты<br>переменного тока и углов сдвига фаз измерительным каналом..... | 13 |
| 3.8.4 | Определение погрешностей ВАФ в трехфазном режиме и проверка правильности<br>определения порядка чередования фаз.....                    | 14 |
| 4     | Оформление результатов поверки .....  | 14 |
|       | Приложение А.....   | 16 |
|       | Приложение Б.....   | 19 |

Поверка вольтамперфазометров «ПАРМА ВАФ®-А(С)» (далее по тексту – ВАФ) осуществляется в соответствии с настоящей методикой поверки.

Поверку ВАФ осуществляют органы государственной метрологической службы или аккредитованные метрологические службы юридических лиц.

ВАФ, не прошедшие поверку, к выпуску в обращение и к применению не допускаются. Интервал между поверками – 4 года.

## 1 НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Нормируемые метрологические характеристики ВАФ приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Измеряемый параметр  | Диапазон измерения | Пределы допускаемой погрешности при измерении приведенной <sup>1)</sup> , ( $\gamma$ ) %<br>относительной, ( $\delta$ ) %<br>абсолютной ( $\Delta$ ) | Примечание                         |
|--|--------------------|--|------------------------------------|
| Напряжение постоянного тока, U, В  | от 0,5 до 600      | $\Delta = \pm (0,5 + 0,005 \cdot X)$   |                                    |
| Напряжение переменного тока, $U_{RMS}$ , В   | от 0,3 до 600      | $\gamma = \pm 0,05$  | при $U \leq 0,1 U_K$               |
|  |                    | $\delta = \pm 0,5$   | при $U \geq 0,1 U_K$               |
| Сила переменного тока, $I_{RMS}$ , А   | от 0,004 до 40     | $\gamma = \pm 0,01$  | при $I \leq 0,1 I_K$               |
|  |                    | $\delta = \pm 1$   | при $I \geq 0,1 I_K$               |
| Частота переменного тока, $f$ , Гц   | от 45 до 55        | $\Delta = \pm 0,01$  | при $U \geq 2 В$ и $I \geq 100 мА$ |
| Углы сдвига фаз, градус  | от 0 до 360        | $\Delta = \pm 1$   | при $U \geq 10 В$ и $I \geq 10 мА$ |
| <sup>1)</sup> Для расчета приведенной погрешности измерений за нормирующее значение принимается конечное значение диапазона измерения<br>Где – $U_{RMS}$ , $I_{RMS}$ – действующее значение напряжения, силы переменного тока,<br>X – измеренное значение напряжения; $U_K$ , $I_K$ – конечное значение диапазона измерения. |                    |  |                                    |

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

### 2.1 Операции поверки

2.1.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

2.1.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов при проведении любой из операций, предусмотренных в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование операции                                     | № пункта | Операция проводится при |                       |
|---|----------|-------------------------|-----------------------|
|   |          | первичной поверке       | периодической поверке |
| Внешний осмотр  | 3.1      | Да                      | Да                    |
| Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции | 3.2      | Да                      | Нет                   |
|   | 3.3      |                         |                       |
|   | 3.4      |                         |                       |
| Проверка параметров входных электрических цепей           | 3.5      | Да                      | Нет                   |
| Включение и опробование                                   | 3.6      | Да                      | Да                    |
| Проверка программного обеспечения                         | 3.7      | Да                      | Да                    |
| Определение метрологических характеристик                 | 3.8      | Да                      | Да                    |

## 2.2 Средства поверки

2.2.1 Перечень средств измерений и оборудования, необходимого для проведения поверки приведен в таблице 3.

Таблица 3

| Средства поверки   | Тип                           | Предел измерения   | Класс точности, погрешность   | Пункт методики поверки  |
|--|-------------------------------|--|---|-------------------------|
| Калибратор универсальный                                   | FLUKE 9100E<br>г/р №25985-03  | 1000 В, 20 А,<br>400 МОм   | $U=\pm 0,0065 \%$<br>$I=\pm 0,014...0,055 \%$   | 3.8.2<br>3.8.3          |
| Калибратор напряжения и тока эталонный многофункциональный | ПАРМА ГС8.03<br>г/р №46614-11 | $U = 0...308 \text{ В},$<br>$I = 0...7 \text{ А}$<br>$F=45...55 \text{ Гц}$<br>$\varphi=0...360^\circ$ | $\text{ПГ } U = \pm 0,02 + 0,0015(U_k/U_n - 1) \%$ ;<br>$\text{ПГ } \pm 0,1 + 0,005(I_k/I_n - 1) \%$<br>$\text{ПГ } \pm 0,001 \text{ Гц}; \text{ ПГ } \pm 0,02^\circ$     | 3.8.3<br>3.8.4<br>3.8.5 |
| Универсальная пробойная установка                          | GPI-735A<br>г/р № 27825-04    | $U=0.1...5,0 \text{ кВ}$<br>$R=1...9900 \text{ МОм}$   | $\text{ПГ } U = \pm (0,01 \cdot U_{\text{инд.}} + 5 \text{ е.м.р.})$<br>$\text{ПГ } R \pm 5 \%$ при $R$ от 1 до 500 Ом<br>$\text{ПГ } R \pm 10 \%$ при $R$ 500...9900 МОм | 3.2<br>3.3<br>3.4       |
| Вольтметр универсальный                                    | B7-40<br>г/р № 9985-89        | 10 МОм<br>0,1 мВ...2 кВ  | $\text{ПГ } = \pm (0,04 \% + 5 \text{ е.м.р.})$   | 3.5                     |
| Барометр-анероид   | БАММ-1<br>г/р №5738-76        | 80...106 кПа   | $\text{ПГ } \pm 200 \text{ Па}$   | 2.5                     |
| Измеритель температуры и влажности                         | ТКА-ПКМ<br>г/р №24248-09      | 0 - 50 °С;<br>10 - 98 %  | $\text{ПГ } \pm 0,5^\circ \text{С};$<br>$\text{ПГ } \pm 5 \%$   | 2.5                     |

2.2.2 Допускается использование других типов средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с заданной точностью.

2.2.3 Все средства поверки должны быть исправны, и иметь подтверждение о пригодности к применению в установленном порядке.

## 2.3 Требования к квалификации поверителей

2.3.1 К проведению поверки ВАФ допускаются лица, аттестованные в установленном порядке в качестве поверителей, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

## 2.4 Требования безопасности

2.4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80, инструкций по эксплуатации и других нормативных документов на средства измерений и испытательное оборудование.

2.4.2 Перед испытаниями средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

2.4.3 Подготовку приборов к испытаниям, сборку и разборку измерительных цепей следует выполнять при отсутствии на объекте испытаний и средствах измерений напряжения и остаточного заряда.

2.4.4 Для снятия напряжения и остаточного заряда с приборов и средств испытаний и предупреждение ошибочного появления на них напряжения, необходимо обеспечивать:

- отключением источников питания;
- заземлением корпусов приборов.

2.4.5 Не следует выполнять на объектах испытания, находящихся под испытательной нагрузкой, монтажные, наладочные и ремонтные работы.

2.4.6 В цепях питания используемых средствах испытаний должны быть предохранители или автоматические выключатели.

2.4.7 Провода, предназначенные для сборки измерительных цепей, должны быть снабжены наконечниками и маркировкой.

## 2.5 Условия проведения поверки и подготовка к ней

**ВНИМАНИЕ!** На поверку предъявляются ВАФ с измерительными и опорными датчиками тока, если их наличие предусмотрено комплектом поставки в соответствии с п.5 РА1.007.004ФО.

2.5.1 Помещения, предназначенные для испытаний, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и требованиям санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.1.1312-03.

2.5.2 Помещения для испытаний должны иметь:

- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;
- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим;
- шину заземления.

2.5.3 Перед проведением поверки необходимо убедиться в том, что встроенные элементы питания полностью заряжены. В случае необходимости зарядить их.

2.5.4 Поверка проводится в нормальных условиях применения.

2.5.5 Нормальные условия применения прибора по ГОСТ 22261.

2.5.6 Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха от минус 30 до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха 90 % при 30 °С;
- атмосферное давление от 70 до 106,7 кПа.

2.5.7 Первичной поверке подлежат ВАФ при выпуске с производства и после ремонта.

2.5.8 На периодическую поверку следует предъявлять ВАФ по истечении срока между поверками и после проведения регламентных работ (если такие работы предусмотрены техническими документами).

2.5.9 Извлечь ВАФ из сумки.

2.5.10 Проверить чистоту концевых частей зажимов датчиков тока, при необходимости произвести их очистку.

**ВНИМАНИЕ!** Перед проверкой электрического сопротивления и электрической прочности изоляции ВАФ необходимо извлечь элементы питания, а по окончании поверки установить их на прежнее место.

2.5.11 Перед проведением поверки выдержать ВАФ в нормальных условиях окружающей среды не менее 4 часов, если он находился в климатических условиях, отличающихся от рабочих условий применения.

2.5.12 Прогреть в течение 30 минут эталоны и средства поверки перед проведением поверки нормируемых метрологических характеристик ВАФ.

2.5.13 Допускается проведение поверки ВАФ по отдельным каналам:

- напряжения;
- силы тока измерительного и/или опорного каналов;

в соответствии с комплектом поставки по п.5 РА1.007.004ФО.

2.5.14 Все измерения осуществляются в однофазном режиме работы ВАФ, за исключением оговоренных отдельно.

**Примечание** – Подключение эталонных средств измерений проводить в соответствии со схемами подключения, указанными в их эксплуатационной документации и схемами, приведенными ниже.

### 3 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 3.1 Внешний осмотр

3.1.1 Произвести внешний осмотр корпуса измерительного блока, опорных и измерительных датчиков тока, соединительных кабелей, коммутационных разъемов. ВАФ и комплектующие изделия не должны иметь видимых повреждений, вмятин, разрывов и перекосов элементов.

3.1.2 Проверить наличие и целостность пломб. Пломбы должны быть не повреждены. (При периодической поверке).

3.1.3 Проверить смыкание концевых частей зажима.

3.1.4 Результаты поверки считать положительными, если измерительный блок, датчики тока и коммутационные разъемы не имеют видимых повреждений, вмятин, разрывов и перекосов элементов.

3.1.5 Если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

#### 3.2 Проверка сопротивления изоляции ВАФ

**ВНИМАНИЕ!** Перед проверкой электрического сопротивления и электрической прочности изоляции ВАФ необходимо извлечь элементы питания.

3.2.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи установки для проверки параметров электробезопасности GPI-735A (далее по тексту – установка GPI-735A).

3.2.2 Установку GPI-735A подготовить к работе согласно инструкции по эксплуатации.

3.2.3 Соединить контакты следующим образом в соответствии с рисунком 1.

- «I измер.» и «I опорн.» – K1;
- «U опорн.» канал и одиночную клемму «В» – K2;
- «U измер.» канал – K3;
- обернуть корпус ВАФ фольгой, образуя контакт K0.

3.2.4 ВАФ в выключенном состоянии поместить в блокировочную высоковольтную камеру.

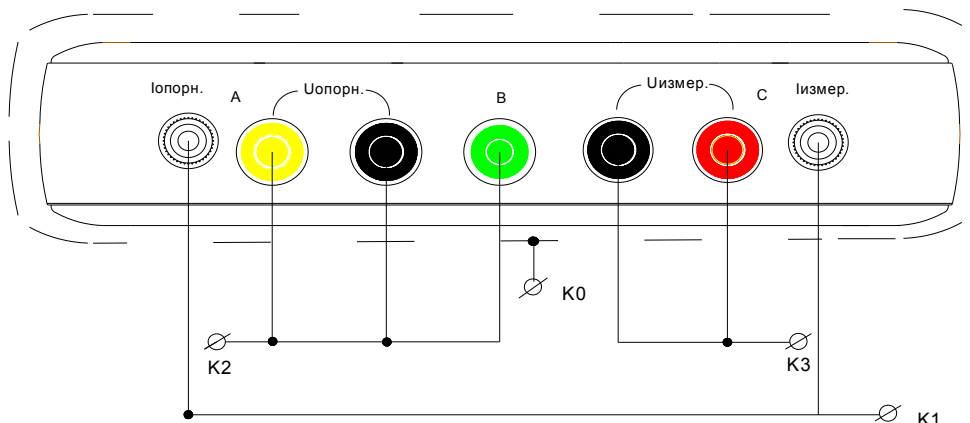


Рисунок 1

3.2.5 Установить на установке GPI-735A испытательное напряжение 1000 В частотой 50 Гц, измерить сопротивление изоляции между:

- контактами K1 и объединенными контактами K2 и K3;
- контактами K2 и K3.

3.2.6 Снять испытательное напряжение.

3.2.7 Результаты поверки считать положительными, если по результатам обоих измерений сопротивление изоляции не менее 2 МОм.

#### 3.3 Проверка электрической прочности изоляции измерительного блока

**ВНИМАНИЕ!** Перед проверкой электрического сопротивления и электрической прочности

изоляции ВАФ необходимо извлечь элементы питания.

3.3.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи установки GPI-735A.

3.3.2 Испытания электрической прочности изоляции ВАФ проводят в соответствии с требованиями и по методике ГОСТ 12.2.091.

3.3.3 Установку GPI-735A подготовить к работе согласно инструкции по эксплуатации.

3.3.4 Соединить контакты в соответствии с рисунком 1 настоящей методики поверки.

3.3.5 Подать испытательное напряжение значением 2,2 кВ частотой 50 Гц и выдержать его в течение 1 минуты между:

- контактами K0 и объединенными контактами K1, K2 и K3;
- контактами K1 и объединенными контактами K2 и K3;
- контактами K2 и K3.

3.3.6 Появление шума при испытаниях **не** является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

3.3.7 Снять испытательное напряжение.

3.3.8 Результаты поверки считать положительными, если в результате испытаний не произошло пробоя изоляции.

### 3.4 Проверка электрической прочности изоляции датчиков тока

3.4.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи установки GPI-735A.

3.4.2 Испытаниям подвергают датчики тока опорного и измерительного каналов в соответствии с требованиями и по методике ГОСТ ИЕС 61010-2-032.

3.4.3 Установку GPI-735A подготовить к работе согласно инструкции по эксплуатации.

3.4.4 Концевые части зажима датчиков тока – контакт K1, обернуть корпус датчиков тока фольгой таким образом, чтобы расстояние между фольгой и концевой частью зажима датчиков тока было не менее 4 мм, образовав контакт K2, как показано на рисунке 2.

3.4.5 Датчики тока поместить в блокировочную высоковольтную камеру.

3.4.6 Подать испытательное напряжение 4 кВ частотой 50 Гц между контактами K1 и K2 и выдержать его в течение 1 минуты, а затем снять испытательное напряжение.

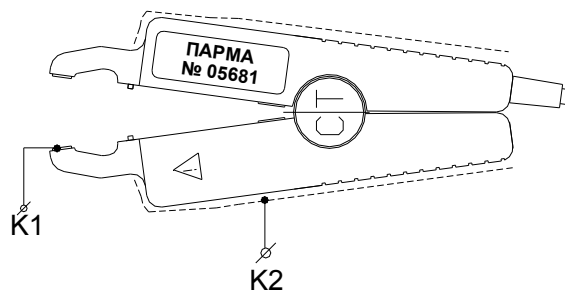


Рисунок 2

3.4.7 Появление «короны» или шума при испытаниях **не** является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

3.4.8 Снять испытательное напряжение.

3.4.9 Датчики тока считаются выдержавшими проверку, если не произошло пробоя изоляции.

### 3.5 Проверка параметров входных электрических цепей ВАФ

3.5.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи вольтметра В7-40.


3.5.2 Измерить входные сопротивления между:

- клеммами «А» и «В»;
- клеммой «А» и нейтралью опорного канала;
- клеммой «С» и нейтралью измерительного канала.

3.5.3 Результаты поверки считать положительными, если входное сопротивление между клеммами «А» и «В» не менее 1500 кОм, клеммами опорного канала не менее 1000 кОм, клем-

мами измерительного канала не менее 1000 кОм, если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

### 3.6 Включение и опробование

3.6.1 Включить питание ВАФ, кратковременно нажав кнопку «», расположенную на лицевой панели ВАФ. В случае отсутствия сигнала убедиться в наличии встроенных источников питания и/или встроенные элементы питания полностью заряжены. В случае необходимости зарядить их.


3.6.2 Сразу после включения питания ВАФ запускается программа самотестирования, на экране ВАФ отображается заставка с логотипом, а затем заставка с заводским номером ВАФ, годом выпуска и заводскими номерами измерительных и опорных датчиков тока, в нижней строке должна отображаться версия ПО ВАФ.

3.6.3 Если индикация осуществляется правильно, убедиться, что *ВАФ автоматически переходит в основной режим работы – однофазный*.

3.6.4 Результаты поверки считать положительными, если индикация осуществляется правильно, заводские номера измерительного блока и год выпуска, номера опорных и измерительных датчиков тока, которые соответствуют комплекту данного ВАФ, батареи не разряжены, а заводской номер измерительного блока ВАФ указанный на этикетке в батарейном отсеке, совпадает с заводским номером на экране.

### 3.7 Проверка программного обеспечения

3.7.1 Проверка программного обеспечения осуществляется одновременно с включением и опробованием.

3.7.2 Включить питание ВАФ, кратковременно нажав кнопку «», расположенную на лицевой панели ВАФ. В случае отсутствия сигнала убедиться в наличии встроенных источников питания и/или проверить уровень заряда встроенных элементов питания. В случае необходимости зарядить их.

3.7.3 Сразу после включения питания ВАФ запускается программа самотестирования, на экране ВАФ отображается заставка с логотипом, а затем заставка с заводским номером ВАФ, годом выпуска и заводскими номерами измерительных и опорных датчиков тока, в нижней строке должна отображаться версия ПО ВАФ.

3.7.4 Результаты поверки считать положительными, если индикация версии ПО на экране ВАФ не ниже версии 2.05.

### 3.8 Определение метрологических характеристик

3.8.1 В ходе поверки определяются следующие метрологические характеристики ВАФ:

- диапазон и погрешности ВАФ при измерении напряжения постоянного тока;
- диапазон и погрешности ВАФ при измерении напряжения переменного тока;
- диапазон и погрешности ВАФ при измерении силы переменного тока;
- диапазон и погрешности ВАФ при измерении частоты переменного тока;
- диапазон и погрешности ВАФ при измерении углов сдвига фаз между входными сигналами.

3.8.2 Определение метрологических характеристик ВАФ производится методом прямых измерений.

3.8.3 Для поверки нормируемых метрологических характеристик используют испытательные сигналы, приведенные в таблице 4.



Таблица 4

| Заданный параметр  | Испытательный сигнал, № п/п |        |          |         |         |          |         |
|--|-----------------------------|--------|----------|---------|---------|----------|---------|
|  | 1                           | 2      | 3        | 4       | 5       | 6        | 7       |
| 1. Напряжение постоянного тока   |                             |        |          |         |         |          |         |
|  | -600                        | -100   | -6       | 6       | 100     | 600      | 0       |
| 2. Напряжения, сила и частота переменного тока опорного канала   |                             |        |          |         |         |          |         |
| U, В   | 10                          | 30     | 60       | 100     | 300     | 600      | -       |
| I, А   | 0,1                         | 0,4    | 0,5 (5)* | 1 (10)* | 2 (20)* | -        | 4 (40)* |
| f, Гц  | 55                          | 52     | 50       | 47      | 45      | 50       | 50      |
| 3. Напряжения, сила и частота переменного тока измерительного канала и углы сдвига фаз   |                             |        |          |         |         |          |         |
| Ua, В  | 10                          | 30     | 60       | 100     | 300     | 600      | -       |
| Uc, В  |                             |        |          |         |         |          |         |
| Ia, А  | 0,1                         | 0,4    | 0,5 (5)* | 1 (10)* | 2 (20)* | -        | 4 (40)* |
| Ic, А  |                             |        |          |         |         |          |         |
| f, Гц  | 55                          | 52     | 50       | 47      | 45      | 50       | 50      |
| $\varphi_{Ia}$ , °   | 45                          | 60     | 30       | 90      | 0       | -        | -       |
| $\varphi_{Ua}$ , °   | 0                           | 0      | 0        | 30      | -120    | -        | -       |
| $\varphi_{Uc}$ , °   | 0                           | 120    | 120      | 90      | 0       | -        | -       |
| 4. Напряжение переменного тока и углы сдвига фаз в трехфазной системе, определение порядка чередования фаз   |                             |        |          |         |         |          |         |
| Ua, В  | 10                          | 30     | 60       | 100     | 300     | 600      | -       |
| Ub, В  |                             |        |          |         |         |          |         |
| Uc, В  |                             |        |          |         |         |          |         |
| $\varphi_{Ua}$ , °   | 0                           | 0      | 0        | 30      | -120    | 0        | -       |
| $\varphi_{Ub}$ , °   | 0                           | -120   | 90       | 0       | 120     | 0        | -       |
| $\varphi_{Uc}$ , °   | 0                           | 120    | 120      | 90      | 0       | 0        | -       |
| Чередование фаз  | Обратное                    | Прямое | Обратное | Прямое  | Прямое  | Обратное | -       |
| <b>Примечание</b> – *При определении погрешности ВАФ при измерении силы переменного тока 5, 10, 20 40 А использовать калиброванные рамки (Приложение Б) с числом витков n=10. Значение параметра $\varphi_{Ic}$ по умолчанию считать равным 0 °. |                             |        |          |         |         |          |         |

### 3.8.1 Проверка диапазона и определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения постоянного тока

3.8.1.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи калибратора универсального Fluke 9100E (далее по тексту – калибратор).

3.8.1.2 Калибратор и ВАФ подготовить к работе согласно инструкциям по эксплуатации.

3.8.1.3 ВАФ подключить к калибратору, как показано на рисунке 3.

3.8.1.4 На калибраторе сформировать испытательный сигнал № 1 согласно данным п. 1 таблицы 4.

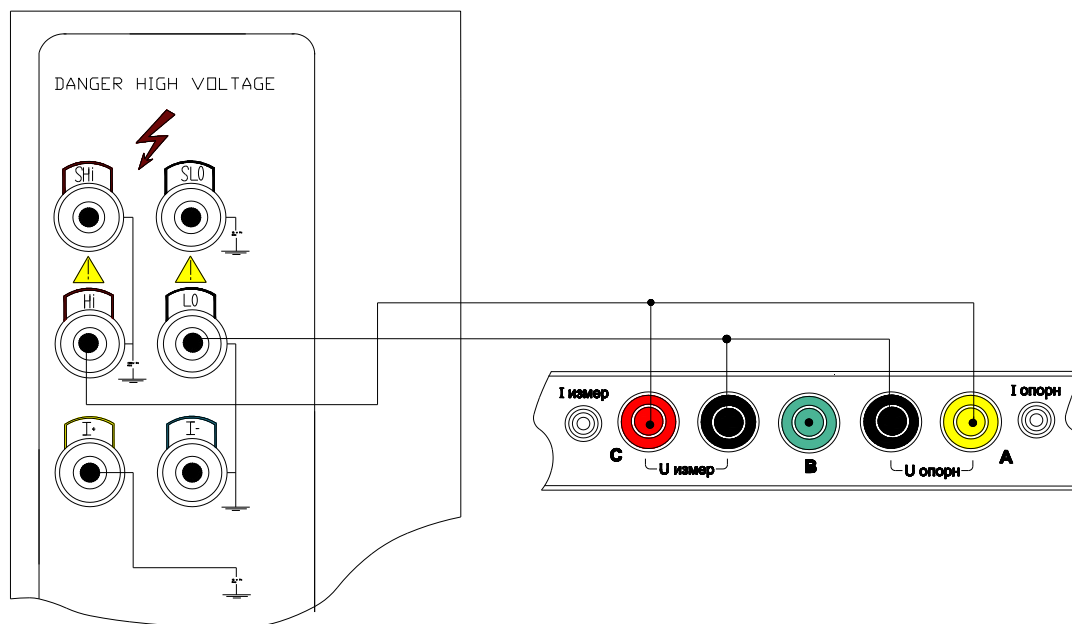


Рисунок 3


3.8.1.5 Результат измерения напряжения постоянного тока измерительного канала ВАФ (в нижней части экрана ВАФ отображается обозначение  $U_c$  измерительного канала) внести в таблицу 5 протокола поверки (Приложение А).


3.8.1.6 Значение абсолютной погрешности измерения определить по формуле (1), результаты расчетов занести в таблицу 5 протокола поверки (Приложение А)

$$\Delta A = A_{II} - A_K, \quad (1)$$

где  $A_K$  – Заданное значение параметра

$A_{II}$  – Измеренное ВАФ значение параметра

3.8.1.7 Нажать клавишу , убедиться, что в нижней части экрана ВАФ появилось обозначение  $U_a$  напряжения опорного канала.

3.8.1.8 Внести результат измерений опорного канала в таблицу 5 протокола поверки (Приложение А). Определить по формуле (1) значение абсолютной погрешности измерения, результат расчета внести в таблицу 5 протокола поверки (Приложение А). Вернуться к отображению результатов измерительного канала, нажав клавишу .

3.8.1.9 Аналогичным образом последовательно сформировать остальные испытательные сигналы напряжения постоянного тока в соответствии с данными п. 1 таблицы 4. Результаты измерений ВАФ и определения по формуле (1) значений абсолютных погрешностей ВАФ при измерении напряжения постоянного тока измерительным и опорным каналами внести в таблицу 5 протокола поверки (Приложение А).

3.8.1.10 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений и абсолютные погрешности ВАФ при измерении напряжения постоянного тока соответствуют требованиям таблицы 1 настоящей методики поверки, если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

### 3.8.2 Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты переменного тока опорным каналом ВАФ

3.8.2.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи калибратора напряжения и тока эталонного многофункционального «ПАРМА ГС8.03» (далее по тексту – ГС8.03) и калибратора многофункционального Fluke 9100E (далее по тексту – калибратор).

3.8.2.2 Калибраторы и ВАФ подготовить к работе согласно инструкциям по эксплуатации.

3.8.2.3 ВАФ подключить к ГС8.03, как показано на рисунке 4.

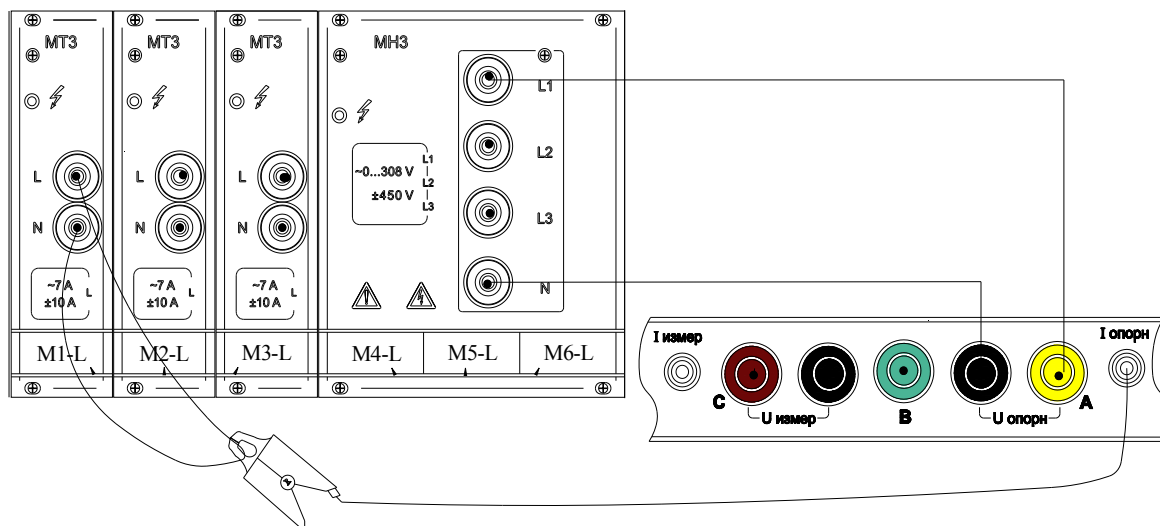



Рисунок 4

3.8.2.4 На ГС8.03 сформировать испытательный сигнал № 1 согласно данным п. 2 таблицы 4.

3.8.2.5 Внести результат измерений ВАФ напряжения и частоты переменного тока в таблицу 6 протокола поверки (Приложение А).

3.8.2.6 Нажать клавишу , результат измерений силы и частоты переменного тока ВАФ внести в таблицу 7 протокола поверки (Приложение А).

3.8.2.7 Определить приведенные погрешности ВАФ при измерении напряжения и силы переменного тока по формуле (2), абсолютную погрешность ВАФ при измерении частоты переменного тока по формуле (1), результат расчета внести в соответствующие таблицы протокола поверки Приложение А.

$$\gamma A = \frac{A_{II} - A_K}{A_D} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где  $A_K$  – Заданное значение параметра  
 $A_{II}$  – Измеренное ВАФ значение параметра  
 $A_D$  – Конечное значение диапазона

3.8.2.8 Аналогичным образом последовательно сформировать испытательные сигналы №№2-5 напряжения, силы и частоты переменного тока в соответствии с данными п. 2 таблицы 4. Сигналы 4, 5 и 7 сформировать с использованием калиброванной рамки.

3.8.2.9 Результаты измерений и определения по формулам (1), (2) и (3) погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты переменного тока внести в соответствующие таблицы протокола поверки (Приложение А).

$$\delta A = 100 \cdot \frac{A_{II} - A_K}{A_K}, \% \quad (3)$$

где  $A_K$  – Заданное значение параметра  
 $A_{II}$  – Измеренное ВАФ значение параметра

3.8.2.10 Отключить ВАФ от ГС8.03.

3.8.2.11 Подготовить калибратор к работе согласно инструкции по эксплуатации.

3.8.2.12 Подключить ВАФ к калибратору, как показано на рисунке 3.

3.8.2.13 На калибраторе сформировать сигнал № 6 согласно данным п. 2 и 3 таблицы 4 для измерения напряжения переменного тока опорным и измерительным каналами ВАФ. Результаты измерения внести в таблицу 6 протокола поверки Приложения А. Относительную погрешность ВАФ при измерении напряжения переменного тока определить по формуле (3), результат расчета погрешностей занести в таблицу 6 протокола поверки Приложения А.

3.8.2.14 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений и погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты переменного тока соответствуют требованиям таблицы 1 настоящей методики поверки, если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

### 3.8.3 Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты переменного тока и углов сдвига фаз измерительным каналом

3.8.3.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи ГС8.03.

3.8.3.2 ГС8.03 и ВАФ подготовить к работе согласно инструкциям по эксплуатации.

3.8.3.3 ВАФ подключить к ГС8.03, как показано на рисунке 5.

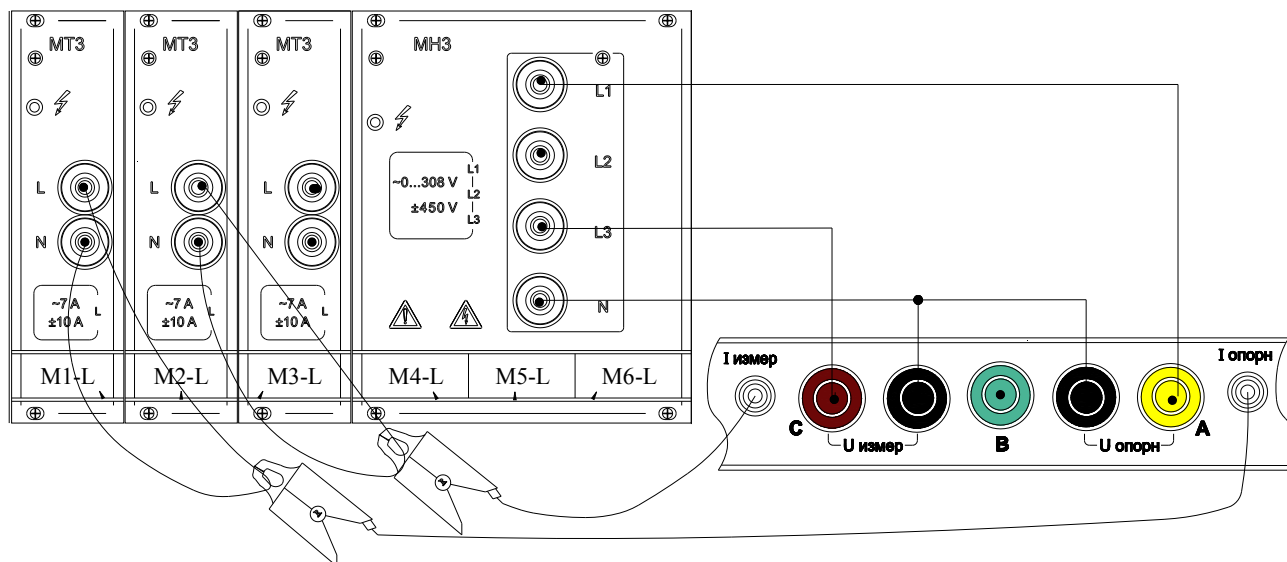


Рисунок 5

3.8.3.4 Обхватите датчиками тока токопровод таким образом, чтобы знак « $\bullet$ », расположенный на корпусе датчиков тока, указывал направление к источнику тока, концевые части зажима были надежно сомкнуты, а токопровод находился, по возможности, посередине зажима.

3.8.3.5 На ГС8.03 сформировать испытательный сигнал № 1 согласно данным п. 3 таблицы 4.

3.8.3.6 Внести результаты измерений в протокол поверки Приложение А:

- напряжения переменного тока в таблицу 6;
- силы переменного тока в таблицу 7;
- частоты переменного тока в таблицы 6 и 7;
- угла сдвига фаз  $\phi_{UcIc}$ , отображаемого на первом экране ВАФ, в таблицу 8;
- углов сдвига фаз  $\phi_{UaIc}$ ,  $\phi_{UaIc}$ ,  $\phi_{IaIc}$ ,  $\phi_{IaIc}$ , отображаемых на втором экране

ВАФ, в таблицу 8. Для переключения между экранами нажать клавишу

3.8.3.7 Определить погрешности ВАФ при измерении напряжения и силы переменного тока по формуле (2), частоты переменного тока, а так же угла сдвига фаз по формуле (1), результаты расчета внести в соответствующие таблицы 6, 7 и 8 протокола поверки.

3.8.3.8 Аналогичным образом последовательно сформировать остальные испытательные сигналы №№2-5, 7 в соответствии с требованиями п. 3 таблицы 4. Сигналы 3, 4, 5 и 7 сформировать с использованием калиброванной рамки.

3.8.3.9 Результаты измерений и определения относительных погрешностей ВАФ при измерении напряжения и силы переменного тока по формуле (3), абсолютных погрешностей ВАФ при измерении углов сдвига фаз и частоты переменного тока по формуле (1) внести в соответствующие таблицы протокола поверки Приложение А.

3.8.3.10 Результаты поверки считать положительными, если погрешности ВАФ при измерении напряжения, силы и частоты переменного тока, а так же углов сдвига фаз между входными сигналами соответствуют требованиям, установленным в таблице 1 настоящей методики поверки, если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

### 3.8.4 Определение погрешностей ВАФ в трехфазном режиме и проверка правильности определения порядка чередования фаз

3.8.4.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи ГС8.03.

3.8.4.2 ГС8.03 и ВАФ подготовить к работе согласно инструкциям по эксплуатации.

3.8.4.3 ВАФ подключить к ГС8.03 в соответствии с рисунком 6.

3.8.4.4 Установить на ВАФ трехфазный режим работы, нажав клавишу .

3.8.4.5 На ГС8.03 сформировать испытательный сигнал № 1 согласно данным п. 4 таблицы 4.

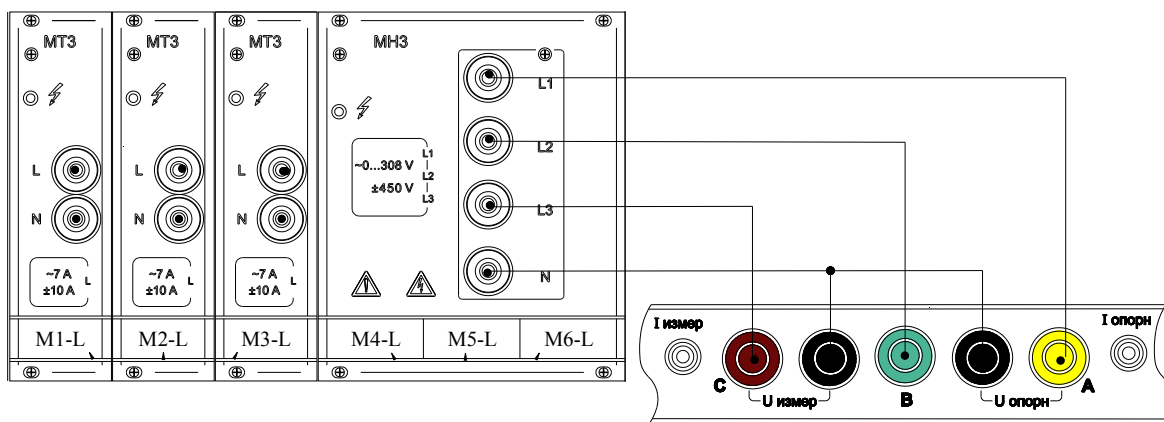



Рисунок 6

3.8.4.6 Внести результаты измерения напряжения переменного тока каналом  $U_b$  ВАФ и определения порядка чередования фаз в таблицу 9 протокола поверки Приложение А.

3.8.4.7 Определить погрешность ВАФ при измерении напряжения переменного тока на канале  $U_b$  ВАФ по формуле (2) и правильность определения порядка чередования фаз, результаты внести в таблицу 9 протокола поверки Приложение А.

3.8.4.8 Нажать клавишу , внести результат измерения угла сдвига фаз  $\phi_{U_a U_b}$  в таблицу 9 протокола поверки Приложение А. Определить значения абсолютных погрешностей измерения углов сдвига фаз по формуле (1), результаты расчетов внести в таблицу 9 протокола поверки Приложение А.

3.8.4.9 Аналогичным образом последовательно сформировать остальные испытательные сигналы согласно п. 4 таблицы 4. Результаты измерений, определение правильности порядка чередования фаз и погрешностей ВАФ при измерении напряжения переменного тока каналом  $U_b$  ВАФ и углов сдвига фаз внести в таблицу 9 протокола поверки Приложение А.

3.8.4.10 Результаты поверки считать положительными, если погрешности ВАФ при определении порядка чередования фаз, измерениях напряжения переменного тока и углов сдвига фаз соответствуют требованиям, установленным в таблице 1, настоящей методики поверки, если данное требование не выполняется, ВАФ считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

## 4 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1 Результаты поверки (калибровки) оформляются протоколом. Форма протокола поверки ВАФ приведена в приложении А.

4.2 Протокол поверки (калибровки) может быть передан заказчику в электронном виде по

письменному требованию заказчика.

4.3 В протоколе первичной поверки пределы допускаемых погрешностей измерения приведены с учетом коэффициента 0,8 в соответствии с п. 4.1.4 ТУ 4221-028-31920409-2014.

4.4 При первичной поверке положительный результат отмечается в формуляре ВАФ с указанием даты следующей поверки и заверяется подписью поверителя, оформляется свидетельством о поверке установленного образца, на которое наносится знак поверки (наклейка), а на винт крепления задней панели корпуса ВАФ наносится знак поверки давлением на специальную мастику.

4.5 Для периодической поверки (калибровки) пределы допускаемых погрешностей измерения установлены в п.1 настоящей методики поверки.

4.6 При периодической поверке (калибровке) положительный результат оформляется свидетельством о поверке (калибровке) установленного образца, а знак поверки заменяется.

4.7 При поверке (калибровке) отдельных каналов ВАФ в соответствии комплектом поставки, соответствующим п.5 РА1.007.004ФО, в свидетельстве о поверке (калибровке) необходимо указывать информацию об объеме проведенной поверки (калибровки).

4.8 Допускается проводить периодическую поверку (калибровку) ВАФ в объеме необходимом владельцу ВАФ на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ**  
 № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
**ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТРА «ПАРМА ВАФ®-А(С)»**

|                  |   |     |  |              |              |  |
|------------------|---|-----|--|--------------|--------------|--|
| Заводской №      |   | ВАФ |  | Датчики тока |              |  |
| Версия ПО:       |   |     |  |              |              |  |
| Принадлежит      |   |     |  |              |              |  |
| Средства поверки |   |     |  |              |              |  |
| № п.п.           | Наименование  |     |  | Зав. №       | Дата поверки |  |
| 1                | Универсальная пробойная установка GPI-735A                              |     |  |              |              |  |
| 2                | Вольтметр универсальный В7-40   |     |  |              |              |  |
| 3                | Калибратор универсальный Fluke 9100E                                    |     |  |              |              |  |
| 4                | Калибратор напряжения и тока эталонный многофункциональный ПАРМА ГС8.03 |     |  |              |              |  |

**Условия поверки:** Т – \_\_\_\_\_ °С; Атмосферное давление: - \_\_\_\_\_ кПа; влажность \_\_\_\_\_ %

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

- Внешний осмотр: измерительный блок, датчики тока и коммутационные разъемы (\_\_\_\_) имеют видимых повреждений, вмятин, разрывов и перекосов элементов.
- Результаты проверки электрического сопротивления и испытания электрической прочности изоляции ВАФ приведены в таб.1-3, а результаты проверки параметров входных электрических цепей ВАФ приведены в таблице 4

Таблица 1 – Измерение сопротивления изоляции ВАФ

| Измерение  | Нормируемое сопротивление МОм | Измеренное входное сопротивление МОм |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| Между контактами <b>К1</b> и объединенными контактами <b>К2 и К3</b> | Не менее 2,0                  |                                      |
| Между контактами <b>К2 и К3</b>                                      | Не менее 2,0                  |                                      |

Вывод: (\_\_\_\_) Соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014, сопротивление изоляции \_\_\_\_\_ 2 МОм.

Таблица 2 – Испытание электрической прочности изоляции ВАФ

| Измерение  | Напряжение испытательное, кВ | Время воздействия | Результаты испытания |
|--|------------------------------|-------------------|----------------------|
| Между контактами <b>К0</b> и объединенными контактами <b>К1, К2 и К3</b> | 2,2                          | 1 минута          |                      |
| Между контактами <b>К1</b> и объединенными контактами <b>К2 и К3</b>     | 2,2                          | 1 минута          |                      |
| Между контактами <b>К2 и К3</b>  | 2,2                          | 1 минута          |                      |

Вывод: (\_\_\_\_) Соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

Таблица 3 – Испытание электрической прочности изоляции датчиков тока

| Зав. № датчиков тока | Измерение                       | Напряжение испытательное, кВ | Время воздействия | Результаты испытания |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|
|                      | Между контактами <b>К1 и К2</b> | 4,0                          | 1 минута          |                      |
|                      | Между контактами <b>К1 и К2</b> | 4,0                          | 1 минута          |                      |

Вывод: (\_\_\_\_) Соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

Таблица 4 – Проверка параметров входных электрических цепей измерительного блока

| Измерение                | Нормируемое входное сопротивление, кОм | Измеренное входное сопротивление, кОм |
|--------------------------|--|---------------------------------------|
| Между клеммами «А» и «В» | Не менее 1500,0                        |                                       |
| Измерительный канал      | Не менее 1000,0                        |                                       |
| Опорный канал            | Не менее 1000,0                        |                                       |

Вывод: (\_\_\_\_) Соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

- Опробование: индикация осуществляется (\_\_\_\_) правильно.
- Проверка правильности определения порядка чередования фаз: порядок чередования фаз определяется (\_\_\_\_) правильно.
- Результаты проверки нормируемых метрологических характеристик ВАФ приведены в таб.5-9.

Таблица 5 – Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения постоянного тока

| Заданное значение, U, В | Измеренное ВАФ значение, U, В |              | Абсолютная погрешность измерения, В |              | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения, В |
|-------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|---|
|                         | Измер. канал                  | Опорн. канал | Измер. канал                        | Опорн. канал |   |
| -600,00                 |                               |              |                                     |              | ±2,80   |
| -100,00                 |                               |              |                                     |              | ±0,80   |
| -6,00                   |                               |              |                                     |              | ±0,42   |
| 6,00                    |                               |              |                                     |              | ±0,42   |
| 100,00                  |                               |              |                                     |              | ±0,80   |
| 600,00                  |                               |              |                                     |              | ±2,80   |
| 0,00                    |                               |              |                                     |              | ±0,40   |

Вывод: Погрешности ВАФ при измерении напряжения постоянного тока ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

Таблица 6 – Проверка диапазона и определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения переменного тока

| Заданные значения |        | Измеренные ВАФ значения |       |                      |       | Погрешности измерения |       |                      |       | Пределы допускаемых погрешностей измерения |       |        |
|-------------------|--------|-------------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------|-------|--|-------|--------|
|                   |        | Измер. канал            |       | Опорн. канал         |       | Измер. канал          |       | Опорн. канал         |       | U  |       | f      |
| U, В              | f, Гц  | U <sub>RMS</sub> , В    | f, Гц | U <sub>RMS</sub> , В | f, Гц | U <sub>RMS</sub> , В  | f, Гц | U <sub>RMS</sub> , В | f, Гц | γ, %                                       | δ, %  | Δ, Гц  |
| 10,00             | 55,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | ± 0,04                                     | -     | ±0,008 |
| 30,00             | 52,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | ± 0,04                                     | -     | ±0,008 |
| 60,00             | 50,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | ± 0,04                                     | ± 0,4 | ±0,008 |
| 100,00            | 47,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | -  | ± 0,4 | ±0,008 |
| 300,00            | 45,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | -  | ± 0,4 | ±0,008 |
| 600,00            | 50,000 |                         |       |                      |       |                       |       |                      |       | -  | ± 0,4 | ±0,008 |

Вывод: Погрешности ВАФ при измерении напряжения и частоты переменного ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

Таблица 7 – Определение погрешностей ВАФ при измерении силы переменного тока

| Заданное значение |        | Измеренное ВАФ       |       |                      |       | Погрешность измерения |       |                      |       | Пределы допускаемой погрешности измерения |      |        |
|-------------------|--------|----------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------|-------|---|------|--------|
|                   |        | Измер. канал         |       | Опорн. канал         |       | Измер. канал          |       | Опорн. канал         |       |   |      |        |
| I, А              | f, Гц  | I <sub>RMS</sub> , А | f, Гц | I <sub>RMS</sub> , А | f, Гц | I <sub>RMS</sub> , %  | f, Гц | I <sub>RMS</sub> , % | f, Гц | I   |      | f      |
|                   |        |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | γ, %                                      | δ, % | Δ, Гц  |
| 0,1000            | 55,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | ±0,008                                    | -    | ±0,008 |
| 0,4000            | 52,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | ±0,008                                    | -    | ±0,008 |
| 5,000             | 50,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | -   | ±0,8 | ±0,008 |
| 10,000            | 47,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | -   | ±0,8 | ±0,008 |
| 20,000            | 45,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | -   | ±0,8 | ±0,008 |
| 40,000            | 50,000 |                      |       |                      |       |                       |       |                      |       | -   | ±0,8 | ±0,008 |

Вывод: Погрешности ВАФ при измерении силы и частоты переменного тока ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

Таблица 8 – Определение погрешностей ВАФ при измерении углов сдвига фаз в однофазном режиме работы ВАФ

| Заданные значения, ° |        | Расчетные значения углов сдвига фаз, ° |       |       |       |       |       | Измеренные ВАФ углы сдвига фаз, ° |       |       |       |       |       | Абсолютные погрешности измерения ВАФ, ° |       |       |       |       | Предел доп. ПГ измер. φ |
|----------------------|--------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
|                      |        | φIa                                    | φUa   | φUc   | φUcIc | φUaUc | φUaIc | φIaUc                             | φIaIc | φUcIc | φUaUc | φUaIc | φIaUc | φUcIc                                   | φUaUc | φUaIc | φIaUc | φIaIc |                         |
| 45,0                 | 0,0    | 0,0                                    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 45,0  | 45,0                              |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       | ±0,8                    |
| 60,0                 | 0,0    | 120,0                                  | 120,0 | 240,0 | 0,0   | 300,0 | 60,0  |                                   |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       | ±0,8                    |
| 30,0                 | 0,0    | 120,0                                  | 120,0 | 240,0 | 0,0   | 270,0 | 30,0  |                                   |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       | ±0,8                    |
| 90,0                 | 30,0   | 90,0                                   | 90,0  | 300,0 | 30,0  | 0,0   | 90,0  |                                   |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       | ±0,8                    |
| 0,0                  | -120,0 | 0,0                                    | 0,0   | 240,0 | 240,0 | 0,0   | 0,0   |                                   |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       | ±0,8                    |

Вывод: Погрешности ВАФ при измерении углов сдвига фаз ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.



Таблица 9 – Определение погрешностей ВАФ при измерении напряжения переменного тока и углов сдвига фаз в трехфазном режиме работы ВАФ

| Заданные значения |        |                |                |                | Значение на ВАФ      | Измеренные ВАФ значения |                      |                 | Погрешность измерения |                  | Пределы допускаемой ПГ измерения |       |      |                                    |
|-------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|-------|------|------------------------------------|
| Чередование фаз   | U, В   | $\varphi_{Ua}$ | $\varphi_{Ub}$ | $\varphi_{Uc}$ |                      | U <sub>b</sub> , В      | $\varphi_{UaUb}$ , ° | Чередование фаз | U <sub>b</sub>        | $\varphi_{UaUb}$ | U                                |       | φ    | Соотв. чередования фаз требованиям |
|                   |        |                |                |                | $\varphi_{UaUb}$ , ° |                         |                      |                 |                       |                  | γ, %                             | δ, %  | Δ, ° |                                    |
| обратное          | 10,00  | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0                  |                         |                      |                 |                       |                  | ± 0,04                           | -     | ±0,8 |                                    |
| прямое            | 30,00  | 0,0            | 120,0          | 120,0          | 120,0                |                         |                      |                 |                       |                  | ± 0,04                           | -     | ±0,8 |                                    |
| обратное          | 60,00  | 0,0            | 90,0           | 120,0          | 270,0                |                         |                      |                 |                       |                  | ± 0,04                           | ± 0,4 | ±0,8 |                                    |
| прямое            | 100,00 | 30,0           | 0,0            | 90,0           | 30,0                 |                         |                      |                 |                       |                  | -                                | ± 0,4 | ±0,8 |                                    |
| прямое            | 300,00 | 120,0          | 120,0          | 0,0            | 120,0                |                         |                      |                 |                       |                  | -                                | ± 0,4 | ±0,8 |                                    |
| обратное          | 600,00 | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0                  |                         |                      |                 |                       |                  | -                                | ± 0,4 | ±0,8 |                                    |

Вывод: Погрешности ВАФ при измерении напряжения переменного тока и углов сдвига фаз, а так же порядок чередования фаз ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-028-31920409-2014.

**Заключение по результатам поверки:**

На основании результатов поверки вольтамперфазометр «ПАРМА ВАФ®-А(С)» зав. № \_\_\_\_\_ признан ( ) пригодным к применению.

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

Выдано извещение о непригодности № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

Поверку произвел: \_\_\_\_\_

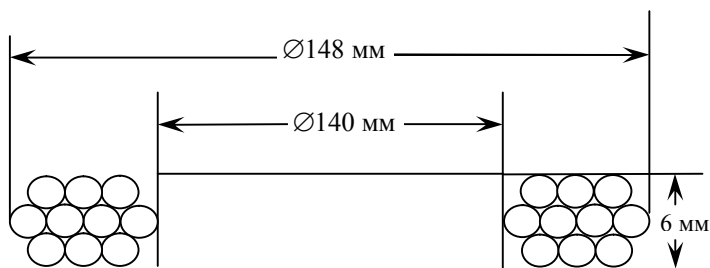
**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(Справочное)**Рамка для поверки ВАФ с датчиками тока**

Рисунок 1 Рамка из 10 витков

Максимальный ток на входе рамки должен быть не более 4 А. Диаметр проводника не более  $\varnothing 2,00$  мм. Выводы обмотки типа «Банан».

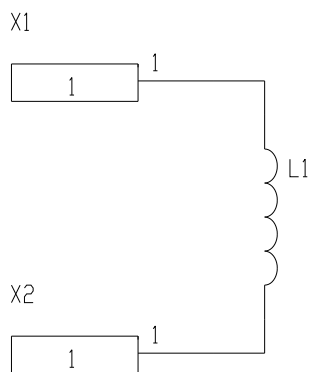


Рисунок 2 Электрическая схема рамки