



**ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР
ВАФ-85-М1**

**ПАСПОРТ
2.728.067 ПС**

**ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР
ВАФ-85-М1**

**ПАСПОРТ
2.728.067 ПС**

ВНИМАНИЕ!

Не приступайте к работе с прибором не изучив содержание паспорта.

В связи с постоянной работой по совершенствованию прибора в конструкцию могут быть внесены некоторые изменения, не влияющие на его технические характеристики и не отраженные в настоящем паспорте.

УВАГА!

Не приступайте до роботи з приладом не вивчивши зміст паспорту.

В зв'язку з постійною роботою по вдосконаленню приладу в конструкцію можуть бути внесені деякі зміни, що не впливають на його технічні характеристики та не відображені в цьому паспорті.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Вольтамперфазометр **ВАФ-85-М1** (далее - прибор) предназначен для измерения: *среднеквадратического значения силы и напряжения переменного тока синусоидальной формы;*

угла сдвига фаз относительно трехфазной системы напряжения номинальными значениями 110; 220; 380 В при наладке и проверке релейных схем защиты и силовых цепей электроустановок.

1.2 По рабочим климатическим условиям применения прибор относится к группе **2 ГОСТ 22261** (с расширенным диапазоном температур) и исполнению **УХЛ4.2 ГОСТ 15150**, при этом значение температуры окружающего воздуха рабочих условий применения от минус **10** до плюс **40 °С**, верхнее значение относительной влажности воздуха рабочих условий применения **90 %** при температуре **30 °С**, атмосферное давление **84 - 106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.)**.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Измеряемые прибором величины, диапазоны измерений, классы точности, пределы допускаемой основной погрешности в нормальных условиях применения (**таблица 2**), сила тока, потребляемого прибором и падения напряжения на гнездах прибора соответствуют указанным в **таблице 1**.

2.2 Основная погрешность, изменения показаний прибора (дополнительная погрешность) и вариация показаний прибора (γ) выражаются в процентах в виде *приведенной погрешности* по формуле **(1)**

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{X_N}, \quad (1)$$

где Δ - значение абсолютной погрешности, изменения показаний (дополнительной погрешности) прибора и вариации показаний, выраженное в единицах измеряемой величины;

X_N - нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и абсолютная погрешность.

Нормирующее значение X_N принимать равным: конечному значению диапазона измерения силы и напряжения переменного тока; арифметической сумме конечных значений диапазона измерений (без учета их знака) угла сдвига фаз.

2.3 Вариация показаний прибора не превышает **0,75 %**.

2.4 Время успокоения прибора не превышает **4 с**. Время установления рабочего режима прибора - непосредственно после включения.

Режим работы прибора непрерывный. Продолжительность непрерывной работы - в течение **16 ч** с перерывом до повторного включения **1 ч**.

2.5 Изоляция между всеми изолированными электрическими цепями и корпусом, а также наружными органами управления коммутирующих и регулировочных элементов прибора в нормальных климатических условиях применения (**таблица 2**) выдерживает в течение **1 мин** действие испытательного напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой **(50 ± 1) Гц**, среднеквадратическое значение которого составляет **2 кВ**.

Таблица 1

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %	Падение напряжения, <i>мВ</i> , не более	Ток потребления, <i>мА</i> , не более
Напряжение переменного тока, <i>В</i>	0,2-1 1-5 5-25 25-125 50-250 100-500	4,0	± 4,0	-	0,5
Сила переменного тока (с разрывом цепи), <i>мА</i>	2-10 10-50 50-250	4,0	± 4,0	50 20 20	-
Сила переменного тока (без разрыва цепи), <i>А</i>	0,2-1 1-5 2-10	4,0	± 4,0	2,5	2,5
Угол сдвига фаз, φ°	180-0-180	1,5	± 1,5	-	100

Таблица 2

Влияющая величина	Нормальное значение
Положение прибора	Горизонтальное ± 2°
Температура окружающего воздуха, °C	20 ± 5
Относительная влажность воздуха, %	30 - 80
Атмосферное давление, <i>кПа (мм рт.ст.)</i>	84 - 106,7 (630 - 800)
Частота измеряемых силы и напряжения переменного тока, <i>Гц</i>	50 ± 0,5
Форма кривой измеряемых силы и напряжения переменного тока	Синусоидальная, с коэффициентом несинусоидальности не более 2 %
Напряжение переменного тока при измерении угла сдвига фаз, <i>В</i>	(110; 220; 380) , допускаемые отклонения соответственно ± (2,2; 4,4; 7,6)
Внешнее магнитное поле	Магнитное поле Земли
Ориентация прибора относительно магнитного поля Земли	Любая
Ферромагнитная опорная плоскость	Отсутствие

2.6 Прибор выдерживает длительные перегрузки током или напряжением, равные **120 %** от конечного значения диапазонов измерений, в течение **2 ч**.

2.7 Прибор выдерживает воздействие кратковременных электрических перегрузок - десятки ударов током или напряжением. Время включения под перегрузку **0,5 с** с интервалом **15 с**. Кратковременные перегрузки не должны превышать в диапазонах измерений:
до **1 А - 5I_к**; свыше **1 А - 2,5(1А+I_к)**; до **100 В - 5U_к**; свыше **100 В - 2U_к**,
где **I_к** и **U_к** - конечные значения диапазонов измерений силы тока и напряжения.

2.8 Пределы допускаемых изменений показаний (допускаемой дополнительной приведенной погрешности) прибора в интервалах влияющих величин рабочих условий применения приведены в **таблице 3**.

Таблица 3

Влияющая величина	Интервал влияющей величины	Пределы допускаемого изменения показаний (допускаемой дополнительной приведенной погрешности), %
Температура окружающего воздуха	От минус 10 до плюс 40 °С	±4,0 и ±1,5 при измерении на переменном токе и угла сдвига фаз соответственно на каждые 10 °С изменения температуры от нормальной
Относительная влажность воздуха	От 80 до 90 % при температуре 30 °С	при измерении: силы тока и напряжения ± 4,0 ; угла сдвига фаз ± 1,5
Положение прибора	Отклонение от горизонтального на 10 градусов в любом направлении	± 1,5
Частота измеряемых силы и напряжения переменного тока	45 - 55 Гц	± 4,0
Внешнее однородное магнитное поле	Постоянное с индукцией 0,5 мТл Переменное с индукцией 0,5 мТл частоты 50 Гц	± 1,5 ± 4,0
Форма кривой измеряемых силы или напряжения переменного тока	Отклонение среднеквадратического значения от синусоидальной формы под влиянием 2, 3 и 5-й гармонической составляющей, равное 5 %	± 5,0
Ферромагнитная опорная плоскость	Толщина (2 ± 0,5) мм	± 0,75
Такой же прибор	Размещённый вплотную, до этого находившийся на расстоянии не менее 1 м	± 0,75
Напряжение переменного тока при измерении угла сдвига фаз	110; 220; 380 В , допускаемые отклонения соответственно ± (11; 22; 38) В	± 1,5
Окно магнитопровода клещевой приставки	Перемещение токопровода от геометрического центра окна в его пределах	± 1,0
Множественное наложение клещевой приставки на токопровод	5000 наложений	При измерении силы тока без разрыва цепи ± 4,0 ; угла сдвига фаз ± 1,5

2.9 Габаритные размеры прибора **260 мм x 160 мм x 185 мм**.

2.10 Масса прибора, не более, **3,5 кг**.

2.11 Средний полный срок службы прибора, не менее, **12 лет**.

2.12 Суммарная масса драгоценных материалов в приборе:
серебра – **3,1 г** (плата переключателя - покрытие, переключатель П2К, сельсин); платины - **0,006 г** (растяжка), золота - **0,002 г**.

2.13 Суммарная масса цветных металлов в приборе:
алюминия и алюминиевых сплавов - **50 г** (шильдики, обойма, циферблат); кобальта - **9 г** (магнит измерительного механизма); меди и сплавов на медной основе - **60 г** (мостиках, рамке измерительного механизма, в проводах соединительных и пластинах контактных, крепеже); никель и никелевые сплавы – **290 г** (трансформаторы).

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

3.1 Вместе с прибором поставляются:

клещевая приставка.....	1 шт.
паспорт.....	1 экз.
свидетельство о приемке.....	1 экз.
провод соединительный.....	5 шт.
зажим контактный.....	3 шт.

Примечания

1 Допускается поставлять свидетельство о приемке не отдельным документом, а в составе паспорта одним из его разделов.

2 В эксплуатационную документацию допускается вносить изменения, выполненные в виде вкладыша.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1 Элементы электрической схемы прибора расположены на печатной плате и заключены в металлический корпус со съемной крышкой. Клещевая приставка и соединительные провода при переносе закрепляются в верхней съемной крышке прибора. Органы управления, отсчетное устройство и присоединительные гнезда размещены на лицевой стороне прибора (**рисунок 1**). Корпус имеет винт защитного заземления.

4.2 В приборе применен механизм измерительный магнитоэлектрической системы с подвижной катушкой (рамкой) на растяжках с внутри катушечным магнитом, с механическим указателем (стрелкой). Ток полного отклонения механизма измерительного равен **0,05 мА**.

4.3 По принципу действия на переменном токе прибор относится к приборам выпрямительной системы с измерительным механизмом прямого преобразования.

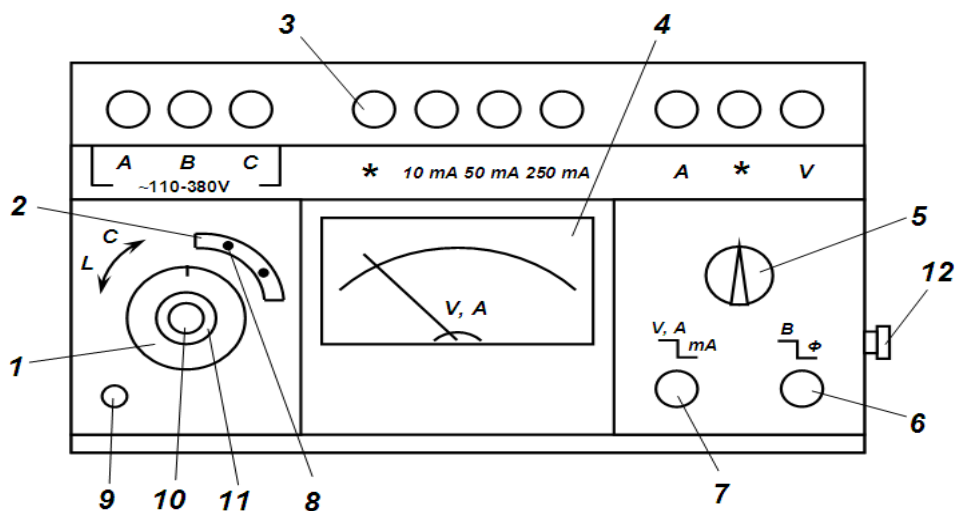
Выпрямление осуществляется по однополупериодной схеме на германиевых диодах. Расширение диапазонов измерения осуществляется с помощью коммутации шунтов амперметра и добавочных сопротивлений вольтметра.

Сила тока в диапазонах **0,2-1; 1-5; 2-10 А** измеряется без разрыва цепи токопровода с помощью клещевой приставки, охватывающей токопровод. Приставка работает как трансформатор тока. Для уменьшения влияния магнитных полей обмотка клещевой приставки расположена на двух катушках.

Измерение силы тока в диапазонах **2-10; 10-50; 50-250 мА** производится при помощи трансформатора встроенного в прибор. Во вторичную обмотку трансформатора включен измерительный механизм через выпрямитель на германиевом диоде.

4.4 При измерении угла сдвига фаз последовательно с измерительным механизмом включается фазозависимый выпрямитель. Напряжение возбуждения подается на фазозависимый выпрямитель с ротора фазовращателя (сельсина). Поворот оси фазовращателя изменяет фазу возбуждения фазозависимого выпрямителя, т.е. фазу включения его относительно фазы тока по измерительному прибору.

Отсчет угла сдвига фазы производится по лимбу закрепленному на оси фазовращателя (сельсина) в момент, когда указатель измерительного механизма устанавливается на нуль. Нуль градуировки лимба установлен по фазам "А" и "В" (**рисунок 1**), т.е., если на контактное гнездо " * " подается напряжение фазы " А ", а на контактное гнездо " V " - напряжение фазы " В ", то при совмещении нулевой отметки на лимбе с контрольной риской подвижной планки указатель измерительного механизма прибора не отклоняется от отметки механического нуля.



1 - лимб фазовращателя; 2 – планка подвижная; 3 – гнездо контактное; 4 - механизм измерительный; 5 - переключатель диапазонов измерений; 6 - переключатель "Величина-Фаза"; 7 - переключатель "V, A - mA"; 8 - винт прижимной; 9 - кнопка верньера; 10 - прижимной винт лимба; 11 - ручка фазовращателя; 12 - винт заземления; В - "Величина"; Φ - "Фаза"; L – нагрузка индуктивная; C - нагрузка емкостная.

Рисунок 1. Передняя панель прибора.

5 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При работе с прибором необходимо соблюдать правила техники безопасности.

5.2 К работе с прибором при измерениях в электрических цепях с напряжением более **42 В** допускаются лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности.

5.3 Измерение в цепях с напряжением выше **200 В** должны производиться в присутствии других лиц.

5.4 Прибор к объекту измерений необходимо подключать посредством соединительных проводов, поставляемых в комплекте с прибором.

5.5 При измерениях в цепях с напряжением выше **42 В** корпус прибора следует заземлить, используя винт заземления.

Недопустимо переключение прибора с одного вида измерения на другой, а также переключение диапазонов измерений без отключения от исследуемой цепи.

5.6 Эксплуатация прибора должна производиться с соблюдением требований "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" для электроустановок напряжением до **1000 В**.

ВНИМАНИЕ! При измерении угла сдвига фаз и проверке чередования фаз на гнездах "А", "В", "С" сохраняется остаточный заряд.

По окончании указанных работ необходимо снять остаточный заряд с указанных гнезд путем кратковременного присоединения их к заземлению.

6 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1 Для получения достоверных результатов измерений и для предупреждения возможных повреждений прибора следует придерживаться следующих правил:

выдержать прибор в течение **4 ч** в рабочих климатических условиях применения, если он более **1 ч** находился в климатических условиях, отличных от рабочих, и **48 ч**, если он более **1 ч** находился при влажности окружающего воздуха, соответствующей предельным условиям транспортирования;

установить прибор в горизонтальное положение;

установить корректором указатель измерительного механизма прибора на отметку механического нуля (нулевая отметка шкалы).

6.2 При измерении силы переменного тока в диапазонах **2-10; 10-50; 50-250 мА** исследуемую цепь подсоединить к соответственно обозначенным зажимам "*****" и "**10 мА**" или "**50 мА**" или "**250 мА**".

Переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{V,A} \\ \hline \text{mA} \\ \hline \end{array}$ установить в положение "**мА**"; переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{Величина} \\ \hline \text{Фаза} \\ \hline \end{array}$

- в положение "**Величина**". Отсчет производить по верхней шкале прибора.

6.3 Для измерения силы тока в диапазонах **0,2-1; 1-5; 2-10 А** или напряжения в диапазонах **0,2-1...100-500 В** установить переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{Величина} \\ \hline \text{Фаза} \\ \hline \end{array}$ в положение

"**Величина**", а переключатель диапазонов измерений - в положение, соответствующее ожидаемому значению измеряемой величины.

Переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{V,A} \\ \hline \text{mA} \\ \hline \end{array}$ установить в положение "**V, A**".

Силу тока измерять с помощью клещевой приставки, которая присоединяется к контактным гнездам "*****" и "**A**". При измерении силы тока или угла сдвига фаз меньше величины, допускаемой нижним диапазоном измерений, необходимо обвить клещи токопроводником (для этого необходимо предварительно разорвать токовую цепь), а показания прибора разделить на число витков, проходящих через окно клещей.

При измерении напряжения переменного тока объект измерений соединить, при помощи соединительных проводов, с контактными гнездами прибора "*****" и "**V**".

Для диапазонов измерений **0,2-1 А** и **0,2-1 В** отсчет показаний производить по верхней шкале, на остальных диапазонах - по верхней шкале.

После окончания измерений отключить прибор от исследуемой цепи, установить переключатель диапазонов измерений в положение "**500 В**".

6.4 Для измерения угла сдвига фаз переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{Величина} \\ \hline \text{Фаза} \\ \hline \end{array}$ установить в положение "**Фаза**", а переключатель $\begin{array}{|c|} \hline \text{V,A} \\ \hline \text{mA} \\ \hline \end{array}$ установить в положение "**V, A**".

К контактным гнездам фаз "**A**", "**B**", "**C**" подвести соответственно напряжение трехфазного тока **110, 220, 380 В**. Переключатель диапазонов измерений установить в положение ("**125**", "**250**", "**500 В**") соответствующее величине подведенного к гнездам "**A**", "**B**", "**C**" трехфазного напряжения.

Для проверки чередования фаз нажать кнопку верньера **9**. При этом вращение свободной оси фазовращателя с лимбом по часовой стрелке указывает на чередование фаз в последовательности **ABC (BCA, CAB)**.

Для измерения угла сдвига фазы по напряжению предварительно установить или проверить правильность установки "нуля", для чего необходимо соединить перемычками гнезда фазы "А" с " * ", а фазы "В" с " V ".

При несовпадении нуля лимба с риской на планке установки нуля отпустить прижимной винт **8**, установить риску планки **2** против нуля лимба **1** фазовращателя и зажать прижимной винт. Если не удастся совместить риску с нулевой отметкой лимба, планку установить в среднее положение, а лимб фазовращателя вращать до совмещения нулевой отметки с риской на планке **2**, предварительно отпустив прижимной винт лимба **10** и приподняв ручку фазовращателя **11**. Лимб снова зажать винтом, а перемещением планки добиться более точного совпадения нулевой отметки и риски. Снять перемычки и приступить к измерению.

Примечание - Проверку правильности установки "нуля" проводить перед каждым измерением.

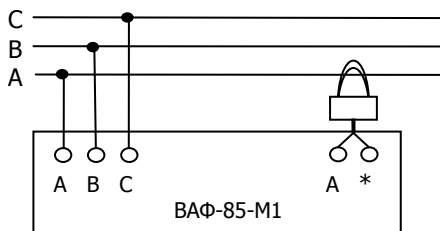


Рисунок 2 - Схема подключения прибора

6.5 Для измерения угла сдвига фаз по току предварительно установить совпадение "нуля" лимба с риской на планке, подключив прибор согласно схеме (**рисунок 2**), на каждом диапазоне измерений с клещевой приставкой.

Порядок установки нуля при измерении угла сдвига фаз по току аналогичен установке нуля при измерении угла сдвига фаз по напряжению. Клещевую приставку подключать соблюдая следующие правила:

отмеченная знаком " * " сторона магнитопровода должна быть обращена к генераторному концу токопровода;

стержень соединительной вилки, имеющей обозначение " * ", должен входить в контактное гнездо, обозначенное " * " на приборе.

6.6 Процесс измерения угла сдвига фазы заключается во вращении лимба фазовращателя до тех пор, пока измерительный прибор не установится на нуль, после этого производить отсчет по лимбу. Угол установлен правильно, если при смещении лимба указатель измерительного механизма прибора движется в ту же сторону, что и лимб. При измерении угла между двумя различными векторами вычисляется разность углов, полученных при двух измерениях.

6.7 При измерении угла сдвига фаз характер нагрузки определять по соответствующему обозначению на лицевой панели прибора и лимба. Если лимб и стрелка измерительного механизма движутся против часовой стрелки, то нагрузка индуктивная, если по часовой стрелке - то емкостная.

6.8 Погрешность результатов измерений прибором (без учета погрешности метода и погрешности оператора) в рабочих условиях применения (γ_p), определяется как сумма пределов допускаемой основной погрешности прибора (γ_0) и дополнительных погрешностей от влияний:

частоты измеряемых силы и напряжения переменного тока, γ_f ; формы кривой, γ_k ; температуры, γ_t ; внешнего магнитного поля, γ_m ; положения прибора, γ_n - по формуле (2)

$$\gamma_p = \gamma_o + \gamma_f + \gamma_k + \gamma_t + \gamma_m + \gamma_n \quad (2)$$

Пример - Прибором производились измерения при температуре **35 °C**, остальные влияющие величины соответствовали нормальным (**таблица 2**).

Тогда
$$\gamma_p = \gamma_o + \gamma_t \quad (3)$$

Предел допустимого изменения показаний прибора, вызванного изменением температуры на каждые **10 °C** от нормальной (**20 ± 5**) °C в пределах рабочих температур, равен **± 4,0 %** на переменном токе.

Следовательно, погрешность результата измерения в данном случае не превысит: на переменном токе $\gamma_p = \pm 8 \%$.

7 УКАЗАНИЕ ПО ПОВЕРКЕ (КАЛИБРОВКЕ)

7.1 Периодичность поверки (калибровки) прибора устанавливается потребителем с учетом интенсивности и условий эксплуатации, но не реже одного раза в два года.

7.2 Методы поверки (калибровки) прибора - по **ГОСТ 8.497** в части амперметра и вольтметра, в части измерения угла сдвига по напряжению и току по настоящему паспорту и **МИ 2009**. Схемы подключения прибора при поверке (калибровке) измерения фаз по напряжению и току указаны на **рисунке 3а и 3б** соответственно.

7.3 Положительные результаты первичной поверки (калибровки) оформляются путем записи в паспорте прибора и удостоверением записи оттиском поверочного (калибровочного) клейма.

Положительные результаты периодической поверки (калибровки) прибора оформляются в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку (калибровку).

При отрицательных результатах периодической поверки (калибровки) решение о возможности дальнейшего применения прибора принимает руководитель предприятия, которое его использует.

Прибор, не подлежащий ремонту, изымается из обращения и эксплуатации, и подвергается утилизации в установленном порядке.

8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1 Прибор можно транспортировать в закрытом транспорте любого вида. При транспортировании воздушным транспортом прибор должен быть размещен в герметизированном отсеке.

Предельные условия транспортирования:

температура окружающего воздуха: минус **50**, плюс **50 °C**;

относительная влажность воздуха **98 %** при температуре **35 °C**;

атмосферное давление **84 - 106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.)**;

максимальное ускорение механических ударов **30 м/с²** при частоте **80 - 120** ударов в минуту.

Железнодорожные вагоны, контейнеры, кузова автомобилей, используемые для транспортирования прибора, не должны иметь следов перевозки цемента, угля, химикатов и т.д.

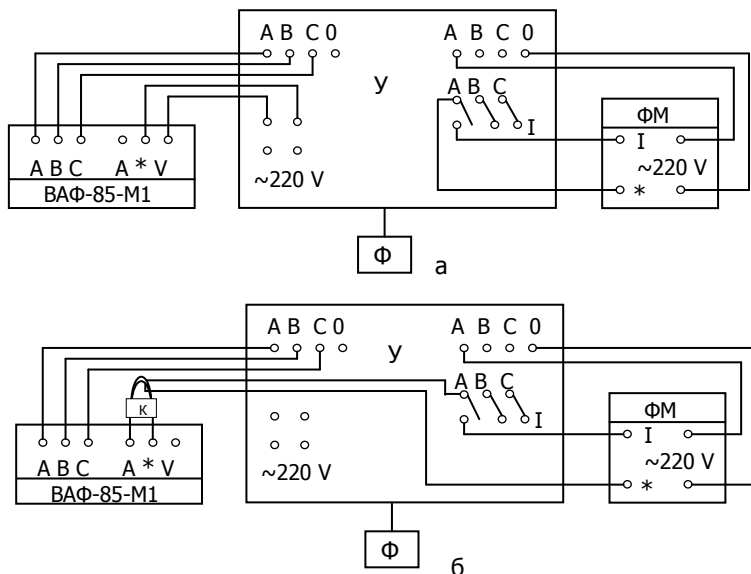


Рисунок 3 - Схемы подключения прибора для определения основной погрешности при измерении угла сдвига фаз:

а – по напряжению; **б** – по току; **Ф** – фазорегулятор; **ФМ** – фазометр **Д-578**; **у** – установка **У1134-М**; **К** – клещевая приставка.

8.2 Прибор до введения в эксплуатацию должен храниться в упаковке предприятия - изготовителя при температуре окружающего воздуха от **5 до 40 °С** и относительной влажности до **80 %** при температуре **25 °С**.

Хранение прибора без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от **10 до 35 °С** и относительной влажности **80 %** при температуре **25 °С**.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

При хранении прибора в потребительской таре (*футляре*) количество рядов складирования по высоте не должно превышать пяти.

8.3 Прибор по истечении срока службы, не подлежащий ремонту, изымается из обращения и эксплуатации, и подвергается утилизации в установленном порядке.

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие прибора требованиям технических условий при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

9.2 Гарантийный срок эксплуатации - **18 месяцев** со дня ввода прибора в эксплуатацию.

9.3 Гарантийный срок хранения - **6 месяцев** со дня изготовления прибора.

9.4 Претензии к качеству прибора принимаются к рассмотрению, и гарантийный ремонт производится при наличии свидетельства о приемке и сохранности на приборе оттиска клейма предприятия - изготовителя или организации, производящей гарантийный ремонт.

АЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А: Схема электрическая принципиальная

1 ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Вольтамперфазометр **ВАФ-85-М1** (далі за текстом - **прилад**) призначений для вимірювання:

- середньоквадратичного значення сили та напруги змінного струму синусоїдної форми;
- кута зсуву фаз відносно трьохфазної системи напруги номінальним значенням 110; 220; 380 В при налагодженні, експлуатації та перевірці релейних схем захисту та силових кіл електроустановок.

1.2 За робочими кліматичними умовами прилад відноситься до групи **2 ГОСТ 22261** та виконанню **УХЛ 1.1 ГОСТ 15150**, при цьому значення температури довкілля від мінус **10** до плюс **40 °С**, верхнє значення відносної вологості повітря **90 %** за температури **30 °С**, атмосферний тиск **84 - 106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.)**.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Вимірювані приладом величини, діапазони вимірювань, класи точності, границі допустимої основної похибки в нормальних умовах (**таблиця 2**), сила струму, споживана приладом, та падіння напруги на гніздах приладу, відповідають **таблиці 1**.

2.2 Основна похибка, змінення показів приладу (додаткова похибка) та варіація показів приладу (γ) визначаються в процентах у вигляді зведеної похибки за формулою (**1**)

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{X_N}, \quad (1)$$

де Δ - значення абсолютної похибки, змінення показів (додаткова похибка) приладу та варіації показів, виражені в одиницях вимірюваної величини;

X_N - нормоване значення, виражене в тих же одиницях, що і абсолютна похибка.

Нормоване значення X_N приймає рівним: верхньому значенню діапазону вимірювання сили і напруги змінного струму; арифметичній сумі верхнього значення діапазону вимірювання (без врахування знаку) кута зсуву фаз.

2.3 Варіація показів приладу не перевищує **0,75 %**.

2.4 Час заспокоєння приладу не перевищує **4 с**. Час встановлення робочого режиму приладу – безпосередньо після вмикання.

Режим роботи приладу безперервний. Тривалість безперервної роботи – на протязі **16 год** з перервою до повторного включення **1 год**.

2.5 Ізоляція між всіма ізольованими електричними колами і корпусом, а також зовнішніми органами управління приладу в нормальних кліматичних умовах (**таблиця 2**) витримує на протязі **1 хв** дію випробовуваної напруги змінного струму синусоїдної форми частотою (**50 ± 1**) Гц, середньоквадратичне значення якої складає **2 кВ**.

2.6 Прилад витримує тривале перевантаження струмом чи напругою, рівне **120 %** від верхнього значення діапазону вимірювань, протягом **2 год**.

2.7 Прилад витримує вплив короточасних електричних перевантажень - десять ударів струмом чи напругою.

Час включення під перевантаження **0,5 с** з інтервалом **15 с**.

Короточасні перевантаження не повинні перевищувати в діапазонах вимірювань:

до **1 А - 5I_к**; вище **1 А - 2,5(1 А + I_к)**; до **100 В - 5U_к**; вище **100 В - 2U_к**,

де **I_к** і **U_к** - верхні значення діапазонів вимірювань сили струму і напруги.

Таблиця 1

Вимірювана величина	Діапазон вимірювання	Клас точності	Границі допустимої зведеної основної похибки, %	Падіння напруги, <i>мВ</i> , не більше	Струм споживання, <i>мА</i> , не більше
Напруга змінного струму, <i>В</i>	0,2-1 1-5 5-25 25-125 50-250 100-500	4,0	± 4,0	-	0,5
Сила змінного струму (з розривом кола), <i>мА</i>	2-10 10-50 50-250	4,0	± 4,0	50 20 20	-
Сила змінного струму (без розриву кола), <i>А</i>	0,2-1 1-5 2-10	4,0	± 4,0	2,5	2,5
Кут зсуву фаз, φ°	180-0-180	1,5	± 1,5	-	100

Таблиця 2

Впливна величина	Нормальне значення
Положення приладу	Горизонтальне $\pm 2^\circ$
Температура довкілля, $^\circ\text{C}$	20 ± 5
Відносна вологість повітря, %	$30 - 80$
Атмосферний тиск, <i>кПа (мм рт. ст.)</i>	$84 - 106,7 (630 - 800)$
Частота вимірюваних сили і напруги змінного струму, <i>Гц</i>	$50 \pm 0,5$
Форма кривої вимірюваних сили і напруги змінного струму	Синусоїдна, з коефіцієнтом гармонік не більше 2%
Напруга змінного струму при вимірюванні кута зсуву фаз, <i>В</i>	$(110; 220; 380)$, допустимі відхилення відповідно $\pm (2,2; 4,4; 7,6)$
Зовнішнє магнітне поле	Магнітне поле Землі
Орієнтація приладу відносно магнітного поля Землі	Будь-яка
Феромагнітна опорна площа	Повна відсутність

2.8 Границі допустимих змінень показів (допустимої додаткової зведеної похибки) приладу в інтервалах впливних величин робочих умов застосування наведені в **таблиці 3**.

2.9 Габаритні розміри приладу **260 мм x 160 мм x 185 мм**.

2.10 Маса приладу, не більше, **3,5 кг**.

2.11 Середній повний строк служби приладу, не менше, **12 років**.

Таблиця 3

Впливна величина	Інтервал впливної величини	Границі допустимих змінень показів (допустимої додаткової зведеної похибки), %
Температура довкілля	Від мінус 30 до плюс 40 °C	±4,0 і ±1,5 при вимірюванні на змінному струмі та кута зсуву фаз відповідно на кожні 10 °C зміни температури від нормальної
Відносна вологість повітря	Від 80 до 90 % за температури 30 °C	при вимірюванні: сили струму та напруги ± 4,0 ; кута зсуву фаз ± 1,5
Положення приладу	Від горизонтального на 10 градусів в будь-якому напрямку	± 1,5
Частота вимірюваних сили і напруги змінного струму	45 - 55 Гц	± 4,0
Зовнішнє однорідне магнітне поле	Постійне з індукцією 0,5 мТл Змінне з індукцією 0,5 мТл частотою 50 Гц	± 1,5 ± 4,0
Форма кривої вимірюваних сили чи напруги змінного струму	Відхилення середньоквадратичного значення від синусоїдної форми під впливом 2, 3 і 5-ї гармонічної складової, рівне 5 %	± 5,0
Феромагнітна опорна площа	Товщина (2 ± 0,5) мм	± 0,75
Такий же прилад	Розміщений впритул, до цього знаходився на віддалі не менше 1 м	± 0,75
Напруга змінного струму при вимірюванні кута зсуву фаз	110; 220; 380 В , допустиме відхилення відповідно ±(11; 22; 38) В	± 1,5
Вікно магніто проводу кліщової приставки	Переміщення струмопроводу від геометричного центру вікна в його межах	± 1,0
Багаторазове накладання кліщової приставки на струмопровід	5000 накладань	При вимірюванні сили струму без розриву кола ± 4,0 ; кута зсуву фаз ± 1,5

2.12 Сумарна маса дорогоцінних металів в приладі:
срібла – **3,1 г** (плата перемикача – покриття, перемикач П2К, селсин); платини - **0,006 г**
(розтяжка), золота - **0,002 г**.

2.13 Сумарна маса кольорових металів в приладі:
алюмінію і алюмінієвих сплавів - **50 г** (шильдики, обойма, циферблат); кобальту - **9 г**
(магніт вимірювального механізму); міді і сплавів на мідній основі - **60 г** (мостиках, рамці
вимірювального механізму, проводах з'єднувальних, пластинах контактних, кріпленні); нікелю та
нікелевих сплавів – **290 г** (трансформатори).

3 КОМПЛЕКТНІСТЬ

3.1 Разом з приладом постачаються:

кліщова приставка.....1 шт.
паспорт..... 1 прим.
свідоцтво про приймання..... 1 прим.
провід з'єднувальний..... 5 шт.

затискач контактний..... 3 шт.

Примітки

1 Допускається постачати свідоцтво про приймання не окремим документом, а в складі паспорта одним із його розділів.

2 В експлуатаційну документацію допускається внесення змін, виконаних вкладишами.

4 БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

4.1 Елементи електричної схеми приладу розміщені на друкованій платі і знаходяться в металевому корпусі зі з'ємною кришкою. Кліщова приставка та з'єднувальні проводи при перенесенні закріплюються в з'ємній кришці приладу. Органи управління, відліковий пристрій і приєднувальні гнізда розміщені на передній стороні приладу (**рисунок 1**). Корпус має гвинт захисного заземлення.

4.2 В приладі використовується вимірювальний механізм магнітоелектричної системи з рухомою котушкою (рамкою) на розтяжках з внутрікотушковим магнітом та механічним вказівником (стрілкою). Струм повного відхилення вимірювального механізму дорівнює **0,05 МА**.

4.3 За принципом дії на змінному струмі прилад відноситься до приладів випрямної системи з вимірювальним механізмом прямого перетворення.

Випрямлення здійснюється однопівперіодною схемою на германієвих діодах.

Розширення діапазонів вимірювання виконується за допомогою комутації шунтів амперметра і додаткових опорів вольтметра.

Сила струму в діапазонах **0,2-1; 1-5; 2-10 А** вимірюється без розривання кола струмопроводу за допомогою кліщової приставки, що охоплює струмопровід. Приставка працює як трансформатор струму. Для зменшення впливу магнітних полів обмотка кліщової приставки розташована на двох котушках.

Вимірювання сили струму в діапазонах **2-10; 10-50; 50-250 МА** виконується за допомогою трансформатора розміщеного в приладі. У вторинну обмотку трансформатора включається вимірювальний механізм через випрямляч на германієвому діоді.

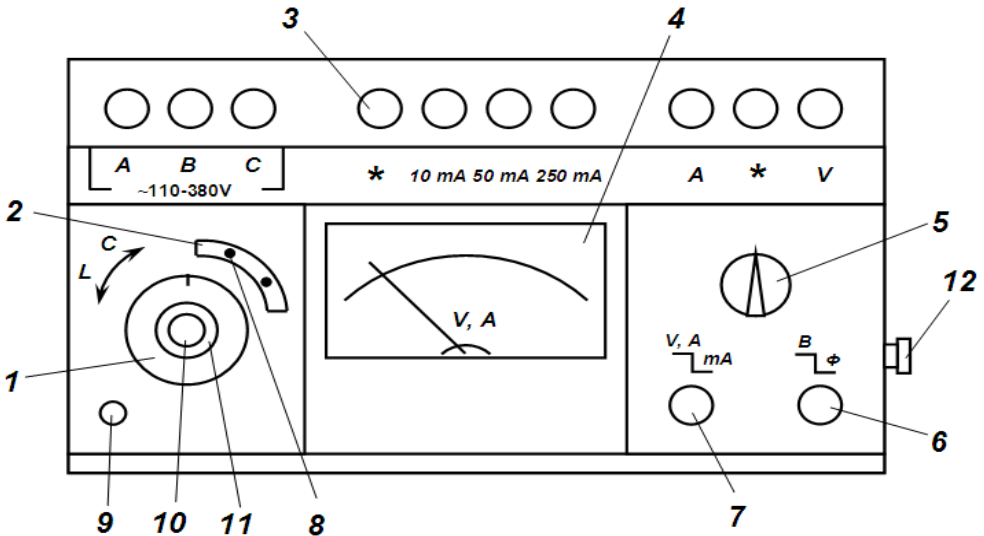
4.4 При вимірюванні кута зсуву фаз послідовно з вимірювальним механізмом включається фазозалежний випрямляч. Напряга збуджування подається на фазозалежний випрямляч з ротора фазообертача (сельсина). Повертання осі фазообертача змінює фазу збуджування фазозалежного випрямляча, тобто фазу включення його відносно фази струму по вимірювальному приладу.

Відлік кута зсуву фаз провадиться по лімбі закріпленому на осі фазообертача (сельсина) в момент, коли вказівник вимірювального механізму встановлюється на нуль. Нуль градування лімба встановлений по фазам "**А**" і "**В**" (**рисунок 1**), тобто якщо на контактне гніздо "*** ***" подавати напругу фази "**А**", а на контактне гніздо "**V**" – напруга фази "**В**", то при суміщенні нульової відмітки на лімбі з контрольною рисою рухомої планки вказівник вимірювального механізму приладу не відхиляється від відмітки механічного нуля.

5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

5.1 При роботі з приладом необхідно виконувати правила техніки безпеки.

5.2 До роботи з приладом при вимірюваннях в електричних колах з напругою вище **42 В** допускаються особи, які пройшли інструктаж та навчання безпечним методам роботи з присвоєнням кваліфікаційної групи по техніці безпеки.



1 - лімб фазообертача; 2 – планка рухома; 3 – гніздо контактне; 4 - механізм вимірювальний; 5 – перемикач діапазонів вимірювання; 6 - перемикач "Величина-Фаза"; 7 - перемикач "V, A - mA"; 8 - гвинт притискний; 9 - кнопка верньєра; 10 - гвинт притискний лімба; 11 - ручка фазообертача; 12 - гвинт заземлення; В - "Величина"; Ф - "Фаза"; L – навантаження індуктивне; С - навантаження ємнісне.

Рисунок 1. Передня сторона приладу.

5.3 Вимірювання в колах з напругою вище **200 В** потрібно проводити в присутності інших осіб.

5.4 Прилад до досліджуваної схеми необхідно підключати за допомогою з'єднувальних проводів, що постачаються в комплекті з приладом.

5.5 При вимірюваннях в електричних колах з напругою вище **42 В** корпус приладу слід заземлити, використовуючи гвинт заземлення.

Неприпустиме перемикання приладу з одного виду вимірювання на інший, а також перемикання діапазонів вимірювань без від'єднання від досліджуваного кола.

5.6 Експлуатацію приладу потрібно робити з дотриманням вимог "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" і "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" для електроустановок з напругою до **1000 В**.

УВАГА! При вимірюванні кута зсуву фаз та перевірці чергування фаз на гніздах "А", "В", "С" зберігається залишковий заряд.

По закінченню вказаних робіт слід зняти залишковий заряд з вказаних гнізд шляхом короткочасного приєднання їх к заземленню.

6 ПІДГОТОВКА ПРИЛАДУ ДО РОБОТИ І ПОРЯДОК РОБОТИ

6.1 З метою отримання достовірного результату вимірювання та для попереджування можливих пошкоджень приладу потрібно додержуватись наступних правил:

витримати прилад **4 год** в робочих кліматичних умовах, якщо він більше **1 год** знаходився в кліматичних умовах, відмінних від робочих, і **48 год**, якщо він більше **1 год** знаходився при вологості навколишнього повітря, що відповідає граничним умовам транспортування;

розмістити прилад в горизонтальному положенні;

встановити коректором вказівник вимірювального механізму приладу на відмітку механічного нуля (нульова відмітка шкали).

6.2 При вимірюванні сили змінного струму в діапазонах **2-10; 10-50; 50-250 mA** дослідне коло з'єднати відповідно відміченим затискачам "*** * ***" і "**10 mA**" або "**50 mA**" або "**250 mA**".

Перемикач $\frac{V, A}{mA}$ встановити в положення "**mA**", перемикач $\frac{\text{Величина}}{\text{Фаза}}$

- в положення "**Величина**". Виконувати відлік результату вимірювання по верхній шкалі приладу.

6.3 Для вимірювання сили струму в діапазонах **0,2-1; 1-5; 2-10 A** або напруги в діапазонах **0,2-1... 100-500 В** встановити перемикач $\frac{\text{Величина}}{\text{Фаза}}$ в положення "**Величина**", а

перемикач діапазонів вимірювань - в положення, відповідно припустимому значенню

вимірювальної величини. Перемикач $\frac{V, A}{mA}$ встановити в положення "**V, A**".

Силу струму вимірювати за допомогою кліщової приставки, яка приєднується до контактних гнізд "*** * ***" і "**A**". При вимірюванні сили струму або кута зсуву фаз менше величини, допустимої нижнім діапазоном вимірювання, необхідно обвити кліщі струмопровідником (для цього необхідно попередньо розірвати коло струму), а показання приладу розділити на число витків, які проходять через вікно кліщів.

При вимірюванні напруги змінного струму об'єкт вимірювання з'єднати, за допомогою з'єднувальних проводів, до контактних гнізд "*** * ***" і "**V**".

Для діапазонів вимірювання **0,2-1 A** і **0,2-1 В** виконати відлік результату вимірювання по нижній шкалі, для решти діапазонів – по верхній шкалі.

По закінченню вимірювань слід від'єднати прилад від дослідного об'єкту вимірювання, встановити перемикач діапазонів вимірювання в положення "**500 V**".

6.4 Для вимірювання кута зсуву фаз перемикач $\frac{\text{Величина}}{\text{Фаза}}$ встановити в положення "**Фаза**", а перемикач $\frac{V, A}{mA}$ встановити в положення "**V, A**".

До контактних гнізд фаз "**A**", "**B**", "**C**" подати відповідно напругу трифазного струму **110, 220, 380 В**. Перемикач діапазонів вимірювання встановити в положення ("**125**", "**250**", "**500 В**") відповідній величині поданої до гнізд "**A**", "**B**", "**C**" трифазної напруги.

Для перевірки чергування фаз треба натиснути кнопку верньєра **9**. При цьому обертання вільної осі фазообертача с лімба по годинниковій стрілці показує чергування фаз в послідовності **ABC (BCA, CAB)**.

Для вимірювання кута зсуву фаз по напрузі необхідно попередньо встановити або перевірити правильність встановлення "нуля", для цього необхідно об'єднати перемичками гнізда фази "A" з " * * ", а фази "B" з " V ".

Якщо не збігається нуль лімба з рискою планки установки нуля – відпустити притискний гвинт **8**, встановити риску планки **2** проти нуля лімба **1** фазообертача та затиснути притискний гвинт. Якщо не вдається сумістити риску з нульовою позначкою лімба, планку встановити в

середнє положення, а лімб фазообертача обертати до суміщення нульової відмітки з рискою планки **2**, попередньо відпустивши притискний гвинт лімба **10** і трохи піднявши ручку фазообертача **11**. Лімб знову затиснути гвинтом, а переміщенням планки добитися більш точнішого збігання нульової відмітки та риски. Зняти перемички та приступити до вимірювання.

Примітка – Перевірку правильності встановлення "нуля" проводити перед кожним вимірюванням.

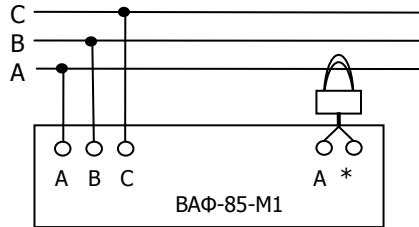


Рисунок 2 – Схема підключення приладу

6.5 Для вимірювання кута зсуву фаз по струму попередньо встановити збіг **"нуля"** лімба з рискою планки, підключивши прилад відповідно схеми (рисунок 2), на кожному діапазоні вимірювання с клішовою приставкою.

Порядок встановлення нуля при вимірюванні кута зсуву фаз по струму такий самий, як при встановленні нуля при вимірюванні кута зсуву фаз по напрузі. Клішову приставку підключати дотримуючись таких правил:

відмічена позначкою **"***" сторона магнітопровода повинна бути повернена до генераторного кінця струмопроводу;

стержень з'єднувальної вилки з позначкою **"***" повинен входити в контактне гніздо з позначкою **"***" на приладі.

6.6 Процес вимірювання кута зсуву фаз виконується шляхом повороту лімба фазообертача до тих пір, поки вимірювальний прилад встановиться на нуль, після цього виконати відлік по лімбу. Кут встановлено правильно, якщо при переміщенні лімба вказівник вимірювального механізму приладу переміщається в той же бік, що і лімб. При вимірюванні кута зсуву фаз між двома різними векторами вираховується різниця кутів, які отримані при двох вимірюваннях.

6.7 При вимірюванні кута зсуву фаз характер навантаження визначається по відповідним позначкам на передній стороні приладу та лімбу. Якщо лімб і стрілка вимірювального механізму рухаються проти годинникової стрілки, то навантаження індуктивне, якщо по годинниковій стрілці – ємнісне.

6.8 Похибка результатів вимірювань приладом (без врахування похибки методу і похибки оператора) в робочих умовах (γ_p), визначається як сума границь допустимої основної похибки приладу (γ_o) і додаткових похибок від впливу:

частоти вимірюваних сили та напруги змінного струму, γ_f ; форми кривої, γ_k ; температури, γ_t ; зовнішнього магнітного поля, γ_m ; положення приладу, γ_n - за формулою **(2)**

$$\gamma_p = \gamma_o + \gamma_f + \gamma_k + \gamma_t + \gamma_m + \gamma_n \quad (2)$$

Приклад - Приладом проводились вимірювання при температурі **35 °С**, інші впливні величини відповідали нормальним (**таблиця 2**).

Тоді

$$\gamma_p = \gamma_o + \gamma_t \quad (3)$$

Границі допустимих змін показів приладу, що спричинені зміною температури на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ від нормальної ($20 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) в межах робочих температур, дорівнюють $\pm 4,0\%$ на змінному струмі.

Таким чином, похибка результатів вимірювань в даному випадку не перевищує:

на змінному струмі $\gamma_p = \pm 8\%$.

7 ВКАЗІВКИ ПО ПОВІРЦІ (КАЛІБРУВАННЮ)

7.1 Періодичність повірки (калібрування) приладу встановлюється споживачем з урахуванням інтенсивності і умов експлуатації, але не рідше одного разу в два роки.

7.2 Методи повірки (калібрування) приладу - за **ГОСТ 8.497** в частині амперметра і вольтметра, в частині вимірювання кута зсуву фаз по напрузі та струму по паспорту та **МИ 2009**. Схеми підключення приладу при повірки (калібрування) вимірювання фаз по напрузі та струму вказані на **рисунку 3а** і **3б** відповідно.

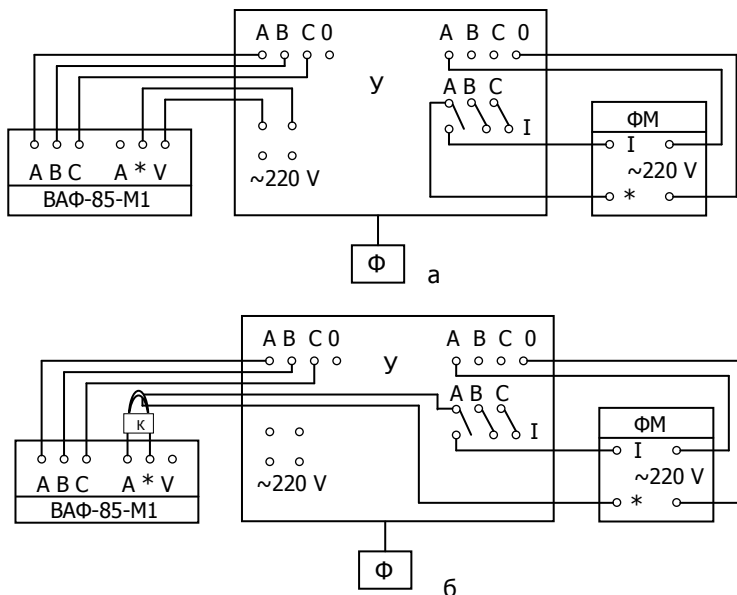


Рисунок 3 – Схем підключення приладу для визначення похибки при вимірюванні кута зсуву фаз:

а – по напрузі; **б** – по струму; **Ф** – фазорегулятор; **ФМ** – фазометр **Д-578**; **У** – установка **У1134-М**; **К** – клещова приставка.

7.3 Позитивні результати первинної повірки (калібрування) оформляються шляхом запису в паспорті приладу та посвідченням запису відтиском повірочного (калібровочного) тавра.

Позитивні результати періодичної повірки (калібрування) приладу оформляються в порядку, встановленому метрологічною службою, що проводить повірку (калібрування).

При негативних результатах періодичної повірки (калібрування) рішення про можливість подальшого використання приладу приймає керівник підприємства, що його використовує.

Прилад, що не підлягає ремонту, вилучається з обігу та експлуатації, та піддається утилізації в установленому порядку.

8 ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ

8.1 Прилад можна транспортувати в закритому транспорті будь-якого виду. При транспортуванні повітряним транспортом прилад повинен бути розміщений в герметизованому відсіку.

Граничні умови транспортування:

температура довкілля від мінус **50** до плюс **50 °С**;

верхнє значення відносної вологості повітря **98 %** при температурі **35 °С**;

атмосферний тиск **84 - 106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.)**;

максимальне прискорення механічних ударів **30 м/с²** при частоті **80 - 120** ударів за хвилину.

Залізничні вагони, контейнери, кузови автомобілів, що використовуються для транспортування приладу, не повинні мати слідів перевезення цементу, вугілля, хімікатів и т.д.

8.2 Прилад до введення в експлуатацію повинен зберігатися в упаковці підприємства - виробника при температурі довкілля від **5** до **40 °С** та відносної вологості до **80 %** при температурі **25 °С**.

Зберігання приладу без упаковки потрібно проводити при температурі довкілля від **10** до **35 °С** та відносній вологості **80 %** при температурі **25 °С**.

В приміщеннях для зберігання не повинно бути пилу, парів кислот та лугу, агресивних газів та інших шкідливих домішок, що викликають корозію.

При зберіганні приладу в споживчій тарі (*футлярі*) кількість рядів складування по висоті не повинна перевищувати п'яти.

8.3 Прилад по закінченню строку служби, як що він не підлягає ремонту, вилучається з обігу та експлуатації, та піддається утилізації в установленому порядку.

9 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА

9.1 Виробник гарантує відповідність приладу вимогам технічних умов при дотриманні умов експлуатації, транспортування та зберігання.

9.2 Гарантійний строк експлуатації - **18 місяців** з дня вводу приладу в експлуатацію.

9.3 Гарантійний строк зберігання - **6 місяців** з дня виготовлення приладу.

9.4 Претензії до якості приладу приймаються до розгляду, і гарантійний ремонт проводиться при наявності свідоцтва про приймання та збереженні на приладі відтиску тавра підприємства - виробника чи організації, що проводить гарантійний ремонт.

ДОДАТОК А: Схема електрична принципова.