

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Н.И. Ханов
«13» мая 2010 г.



Преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные
масштабные серии ПВЕ,
модели ПВЕ-10, ПВЕ-35, ПВЕ-110, ПВЕ-220, ПВЕ-330

Методика поверки

МС2.727.002 МП

Руководитель лаборатории
государственных эталонов
в области измерений параметров
электрических цепей
 Ю.П. Семенов

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	4
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	4
5 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ	4
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
6.1 Внешний осмотр	5
6.2 Испытание прочности изоляции первичных цепей	5
6.3 Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей	5
6.4 Проверка функционирования	6
6.5 Определение основной погрешности.....	6
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А1. ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПВЕ....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А2. ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПВЕ....	12

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи напряжения высоковольтные емкостные масштабные серии ПВЕ (далее — ПВЕ).

Методика устанавливает объем первичной и периодической поверок ПВЕ, условия поверки, методы и средства поверки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации ПВЕ.

Межповерочный интервал устанавливается 1 год.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	6.1	+	+
Испытание изоляции первичных цепей	6.2	+	+
Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей	6.3	+	+
Функциональная проверка	6.4	+	+
Определение основной погрешности	6.5	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики
Прибор Энергомонитор 3.3Т	Номинальные напряжения фазные 60, 120, 240 В. При измерении погрешности трансформаторов напряжения: ■ погрешность напряжения $\pm(0,02 + 0,02 \Delta f)$ %, ■ угловая погрешность $\pm(1,0 + 0,1 \Delta\delta)$ мин. Абсолютная погрешность измерения частоты, Гц $\pm 0,01$ Относительная погрешность измерения коэффициента гармоник при $K_g > 1$ % ± 5 % Абсолютная погрешность измерения коэффициента гармоник при $K_g < 1$ % $\pm 0,05$ %
Эталонный трансформатор напряжения (например NVRD 40, NVOS 110)	Класс точности 0,01
Мост высоковольтный (например МЭП-2М или СА7100)	Относительная погрешность измерения отношения ёмкостей $\pm 0,02$ % Абсолютная погрешность измерения тангенса угла потерь $\pm 3 \cdot 10^{-5}$

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики
Эталонный высоковольтный трехэлектродный конденсатор MCF 135/200 P	Относительная погрешность определения ёмкости (δ_C).. $\pm 0,01$ % Абсолютная погрешность определения тангенса угла потерь ($\text{tg } \delta$), не более $0,5 \cdot 10^{-4}$
Эталонный низковольтный трехэлектродный конденсатор (например КСБ-1)	Номинальная ёмкость 5000 пФ Номинальное напряжение 1000 В Относительная погрешность определения ёмкости (δ_C).. $\pm 0,01$ % Значение тангенса угла потерь ($\text{tg } \delta$), не более $0,5 \cdot 10^{-4}$

2.2 Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Работа с эталонными средствами измерений должна производиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2.4 Допускается применение иных средств и вспомогательного оборудования, обеспечивающих требуемые метрологические характеристики и диапазоны измерений.

3 Требования безопасности

3.1 При поверке ПВЕ должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, ГОСТ 24855, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межведомственных правил охраны труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок», а также меры безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации ПВЕ и другого применяемого оборудования.

3.2 Лица, допускаемые к поверке ПВЕ, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV категории свыше 1000 В и быть официально аттестованы в качестве поверителей.

3.3 Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение — после всех отсоединений.

4 Условия поверки

При проведении поверки ПВЕ должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % 30–80
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 84–106 (630–795)
- частота питающей сети, Гц $50,0 \pm 0,2$
- напряжение питающей сети переменного тока, В 220 ± 5
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения питающей сети, %, не более ... 5

5 Подготовка к проведению поверки

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- выдержать ПВЕ в условиях окружающей среды, указанных в п. 4, не менее 1 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 4;
- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- подключить ПВЕ и средства поверки к сети переменного тока 220 В, 50 Гц, включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в технической документации на них.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре ПВЕ проверяется комплект поставки, маркировка, отсутствие механических повреждений.

6.1.1 Комплект поставки должен соответствовать эксплуатационной документации. Комплектность эксплуатационных документов должна соответствовать перечням, указанным в руководстве по эксплуатации.

6.1.2 Маркировка должна быть четкой и содержать:

- изображение знака государственного реестра по ПР50.2.009;
- наименование ПВЕ, номинальные напряжения;
- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- номер ПВЕ по системе нумерации предприятия-изготовителя (номер ПВЕ, указанного на маркировочной планке должен соответствовать номеру, указанному в эксплуатационной документации);
- дату изготовления;
- вид и номинальное напряжение питания;
- символ заземления по ГОСТ Р 51350 (класс I).

6.1.3 ПВЕ не должен иметь механических повреждений, которые могут повлиять на его работу (повреждение корпуса, соединителей, кабелей и других изделий в соответствии с комплектом поставки).

Результаты поверки считаются положительными, если выполняются требования пунктов 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3.

6.2 Испытание прочности изоляции первичных цепей

Изоляция каждого высоковольтного конденсатора из состава первичного преобразователя ПВЕ перед проведением первичной поверки должна быть подвергнута испытанию напряжением промышленной частоты 50 Гц между высокопотенциальным выводом и зажимом заземления в течение 5 мин значением в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Модель ПВЕ	Номинальное входное напряжение, кВ	Номинальное выходное напряжение, В	Значение испытательного напряжения, кВ
ПВЕ-10	10	100	22
ПВЕ-35	35	100	60
ПВЕ-110	$110/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100
ПВЕ-220	$220/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	183
ПВЕ-330	$330/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	267

Испытание считается успешным, если не произошло полного пробоя или перекрытия изоляции по ГОСТ 1516.2–97.

Образцы ПВЕ, не прошедшие испытания, бракуются и к дальнейшему использованию не допускаются.

6.3 Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей

Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей проводится между низковольтным выводом каждого высоковольтного конденсатора из состава преобразователя ПВЕ и клеммой заземления при помощи мегаомметра при испытательном напряжении 500 В. Отсчет показаний производить через 1 мин после подачи напряжения на испытываемую цепь.

Результат измерения считается положительным, если значение сопротивления изоляции составляет не менее 20 МОм.

Проверку сопротивления изоляции блока усилителя УИН проводят между корпусом и электрическими цепями путем измерения сопротивления мегаомметром при испытательном напряжении 500В.

Отсчет показаний производить через 1 мин после подачи напряжения на испытываемую цепь. Произвести измерение сопротивления изоляции последовательно между цепями:

- входная/выходная (при этом все контакты цепи должны быть замкнуты) — сетевая;
- сетевая — корпус;
- входная/выходная (при этом все контакты цепи должны быть замкнуты) — корпус.

Результат измерения считается положительным, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

6.4 Проверка функционирования

Проверка функционирования выполняется подачей номинального первичного напряжения на вход ПВЕ при подключении к выходу ПВЕ прибора сравнения или вольтметра класса точности не хуже 0,5 % и пределом измерения 240 В. Показания вольтметра должны соответствовать номинальному значению вторичного напряжения.

Результат проверки считается положительным, если выполняются функции масштабного преобразования высокого напряжения.

6.5 Определение основной погрешности

При поверке ПВЕ определяются следующие метрологические характеристики:

- основная относительная погрешность по напряжению Δ_f ;
- основная абсолютная угловая погрешность Δ_δ .

Определение погрешностей выполняют одним из двух следующих методов.

6.5.1 Определение основной погрешности напряжения Δ_f и основной абсолютной угловой погрешности Δ_δ *методом сличения* с эталонным трансформатором выполняют по ГОСТ 8.216 с помощью прибора сравнения в следующей последовательности.

6.5.1.1 Для проведения измерений собирают схему согласно рис. 1. Эталонный трансформатор TV₀ подключают к прибору сравнения проводниками сопротивлением не более 0,015 Ом.

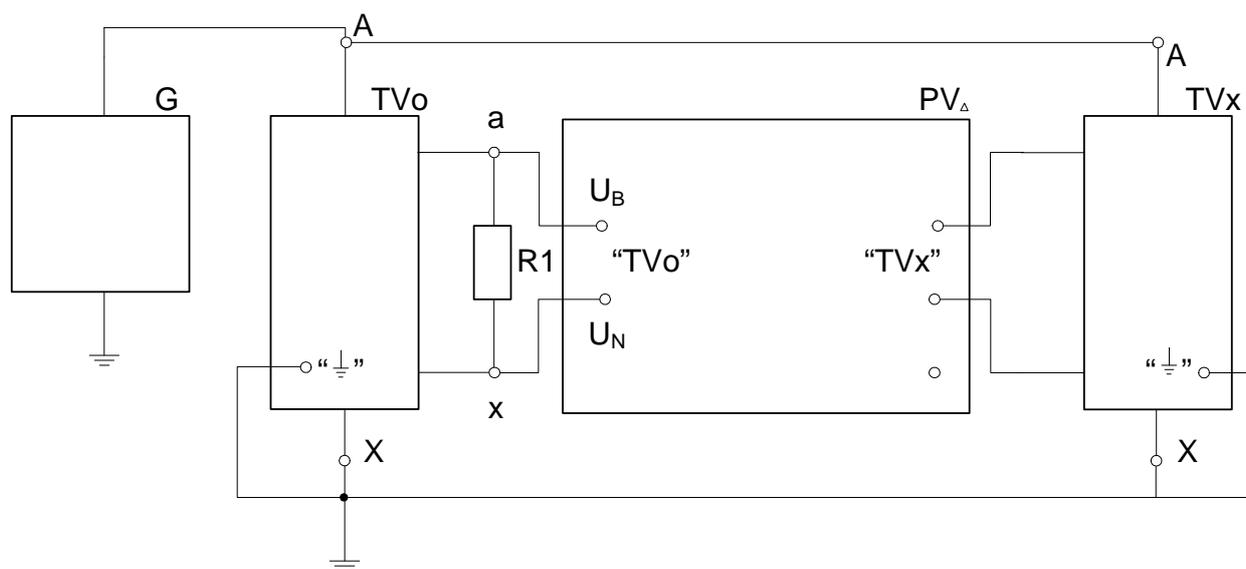


Рис. 1. Схема поверки методом сличения:

G — источник высокого напряжения; **TV₀** — эталонный трансформатор;
R1 — нагрузочное устройство; **PV_Δ** — прибор сравнения; **TV_x** — ПВЕ

6.5.1.2 Включают источник высокого напряжения, устанавливают на его выходе значения первичного напряжения U_1 , составляющие 40, 80, 100 и 120 % от номинального, указанного в таблице 4. Напряжение контролируют по показаниям прибора сравнения, которое должно быть равно

$$U_B = U_1 / K_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{ном}}$ — номинальный коэффициент трансформации эталонного трансформатора.

В случае использования прибора сравнения типа «Энергомонитор 3.3Т1» напряжение контролируют по показаниям значения отношения U_B / U_n (%).

6.5.1.3 Контроль частоты и коэффициента искажений формы напряжения осуществляют по показаниям прибора сравнения или иных средств измерения.

6.5.1.4 Погрешности Δ_f и Δ_δ определяются по показаниям прибора сравнения для каждого из значений напряжения U_1 и при сопротивлении нагрузки ПВЕ, равном 100 кОм. При использовании в качестве прибора сравнения прибора Энергомонитор 3.3Т1 допускается определять погрешности ПВЕ без нагрузки.

Таблица 4

Модель ПВЕ	Номинальное первичное напряжение, кВ	Номинальное вторичное напряжение, В	Пределы допускаемой основной погрешности измерений			
			Класс точности 0,1		Класс точности 0,05	
			Напряжения, %	Угловой, мин	Напряжения, %	Угловой, мин
ПВЕ-10	6	100	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
	10	100	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
ПВЕ-35	15	100	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
	35	100	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
ПВЕ-110	$110/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
ПВЕ-220	$220/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3
ПВЕ-330	$330/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	± 5	$\pm 0,05$	± 3

Примечание. Выпускаются ПВЕ с иными номинальными первичными напряжениями.

Результаты поверки считаются положительными, если значения основной погрешности не превышают пределов допускаемых погрешностей, приведенных в табл. 4.

6.5.2 Определение основной погрешности моделей исполнений ПВЕ-10-2 и ПВЕ-35-2

При поверке данных исполнений ПВЕ определяются следующие метрологические характеристики:

- основная относительная погрешность входа 1 по напряжению Δ_{f1} ;
- основная относительная погрешность по междуфазному напряжению Δ_{f2} ;
- основная абсолютная угловая погрешность входа 1 $\Delta_{\delta 1}$;
- основная абсолютная угловая погрешность междуфазного входа $\Delta_{\delta 2}$.

6.5.2.1 Определение основной погрешности напряжения Δ_{f1} и основной абсолютной угловой погрешности $\Delta_{\delta 1}$ по входу 1 выполняют по ГОСТ 8.216 методом сличения с эталонным трансформатором с помощью прибора сравнения в следующей последовательности.

Для проведения измерений собирают схему согласно рис. 2.

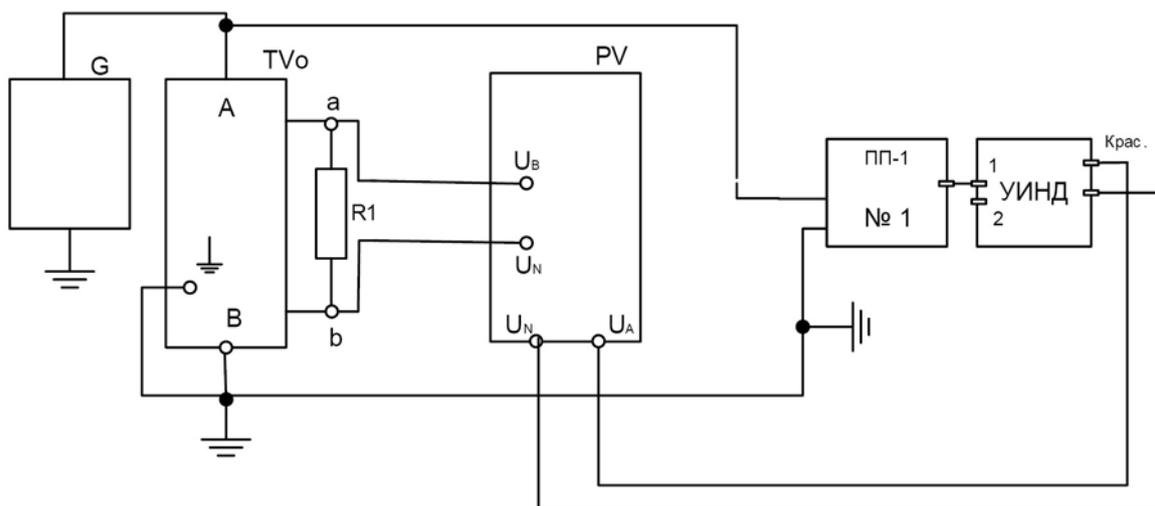


Рис. 2. Схема поверки первого входа ПВЕ методом сличения:

G — источник высокого напряжения; **TV_o** — эталонный трансформатор;
R1 — нагрузочное устройство; **PV** — прибор сравнения «Энергомонитор 3.3Т1»;
ПП-1 — высоковольтный первичный преобразователь из комплекта ПВЕ;
УИНД — усилитель из комплекта ПВЕ

Далее повторяют операции по п.п. 6.5.1.2–6.5.1.4.

6.5.2.2 Определение основной погрешности напряжения Δ_{f2} и основной абсолютной угловой погрешности $\Delta_{\delta 2}$ по междуфазному напряжению выполняют по ГОСТ 8.216 методом сличения с эталонным трансформатором с помощью прибора сравнения в следующей последовательности.

Для проведения измерений собирают схему согласно рис. 3.

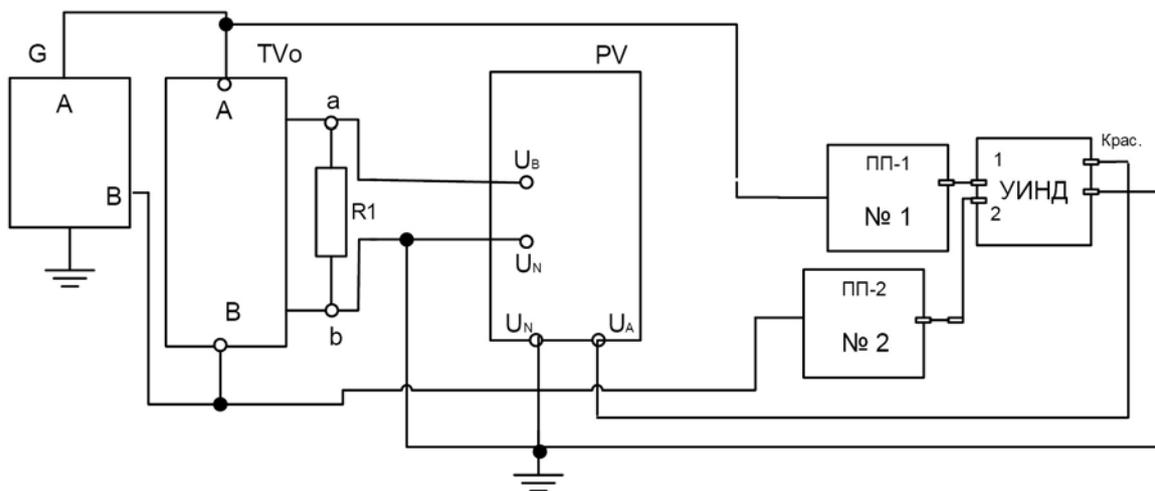


Рис. 3. Схема поверки междуфазного входа ПВЕ методом сличения:

G — источник высокого напряжения; **TV_o** — эталонный трансформатор;
R1 — нагрузочное устройство; **PV** — прибор сравнения «Энергомонитор 3.3Т1»;
ПП-1 — высоковольтный первичный преобразователь из комплекта ПВЕ;
УИНД — усилитель из комплекта ПВЕ

Далее повторяют операции по п.п. 6.5.1.2–6.5.1.4.

Результаты поверки считаются положительными, если значения основной погрешности не превышают пределов допускаемых погрешностей, приведённых в табл. 4.

6.5.3 Определение основной относительной погрешности напряжения Δ_f и основной абсолютной угловой погрешности Δ_δ методом компарирования токов выполняют по ГОСТ 8.216 при значениях напряжения и нагрузках, указанных в пунктах 6.5.1.2 и 6.5.1.4.

Для проведения поверки собирают схему в соответствии с рис. 4. Эталонные конденсаторы C1 и C2 должны быть аттестованы в требуемых диапазонах напряжения. Нагрузочное устройство должно иметь сопротивление 100 кОм.

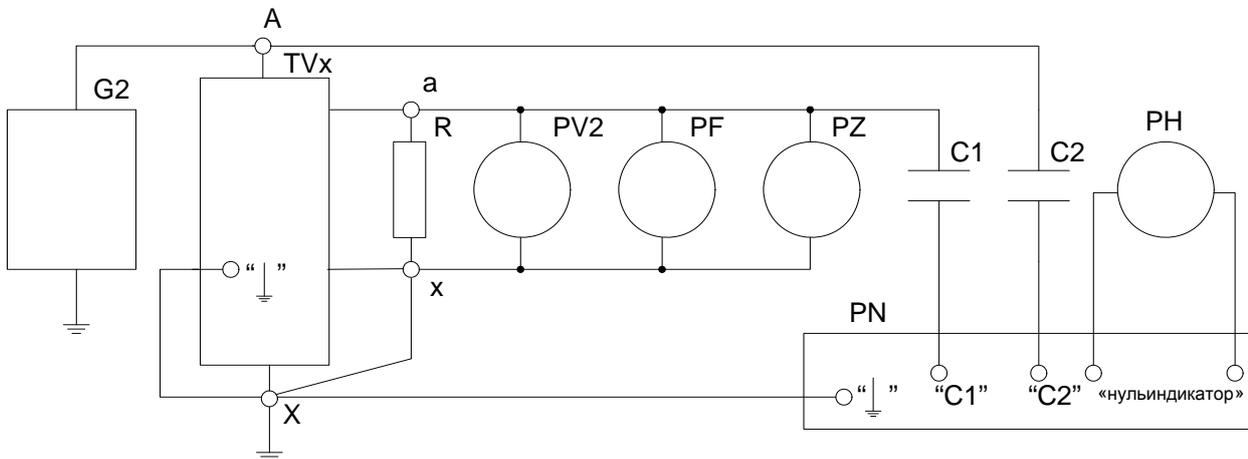


Рис. 4. Схема поверки методом компарирования токов:

G2 — источник высокого напряжения, 25 кВ·А; **C1** — низковольтный эталонный конденсатор емкостью не более 6 нФ; **C2** — высоковольтный эталонный конденсатор; **R** — нагрузочное устройство; **PV2** — вольтметр с пределом измерения 150 В; **PN** — электромагнитный компаратор токов; **PF** — частотомер; **PZ** — измеритель нелинейных искажений; **TV_x** — ПВЕ, **PH** — нульиндикатор (допускается вместо вольтметра PV2, частотомера PF и измерителя нелинейных искажений PZ использовать прибор сравнения Энергомонитор 3.3Т1)

6.5.3.1 Вычисляют отношение K1 по формуле:

$$K1 = C1/C2 \quad (2)$$

Вычисленное значение заносят в табл. 5

Фазовый сдвиг δ_1 соответствует тангенсу угла потерь D1 конденсатора C1 и вычисляется по формуле, мин

$$\delta_1 = \arctg(D1) \cdot 180 \cdot 60 / \pi \quad (3)$$

6.5.3.2 Включают источник высокого напряжения, устанавливают на его выходе значение напряжения U_1 , составляющего 40, 80, 100 и 120 % от номинального, указанного в табл. 4.

Фазовый сдвиг δ_2 соответствует суммарному тангенсу угла потерь D2 схемы, представленной на рисунке 4, и вычисляется по формуле, мин

$$\delta_2 = \arctg(D2) \cdot 180 \cdot 60 / \pi \quad (4)$$

Результаты измерений отношения входных токов компаратора K2 и фазового угла между ними δ_2 заносят в табл. 5.

Погрешность напряжения Δ_f , в процентах, и угловую погрешность Δ_δ , в минутах, вычисляют по формулам:

$$\Delta_f = (1 - K1/(K2 \cdot K_{ном})) \cdot 100 \quad (5)$$

где $K_{ном} = U_1/U_2$ — номинальный коэффициент трансформации ПВЕ;

$$\Delta_\delta = \delta_2 - \delta_1 \quad (6)$$

и заносят в табл. 5.

Таблица 5

Ном. первичное напряжение, кВ	Ном. вторичное напряжение, В	Первичное напряжение U_1 , % от ном. напряжения	Характеристики эталонных конденсаторов		Отсчетные данные компаратора тока		Фазовый сдвиг δ_2 , мин	Погрешность поверяемого трансформатора	
			Отношение K_1	Фазовый сдвиг δ_1 , мин	Отношение токов K_2	Тангенс угла потерь D_2		Δ_f , %	Δ_δ , мин
		40							
		80							
		100							
		120							

Результаты поверки считаются успешными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, приведенных в табл. 4.

7 Оформление результатов поверки

7.1 ПВЕ, прошедший поверку с положительными результатами, признают годным к эксплуатации и выдают свидетельство о поверке.

7.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке приводят таблицу с результатами определения основных погрешностей (таблица А1 или А2 из приложения А1 или А2).

7.3 Результаты и дату поверки ПВЕ оформляют записью в паспорте (при этом запись должна быть удостоверена клеймом).

7.4 ПВЕ, прошедший проверку с отрицательным результатом хотя бы в одном из пунктов поверки, запрещается к эксплуатации, и на него выдается извещение о непригодности, с указанием причин его выдачи. Клеймо предыдущей поверки гасится.

7.5 Пример рекомендуемой отчетной формы по результатам проведения поверки приведен в приложениях А1 и А2.

ПРИЛОЖЕНИЕ А1. Форма протокола поверки преобразователя ПВЕ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

Преобразователя напряжения высоковольтного емкостного масштабного
ПВЕ-_____ класс точности_____ зав. № _____
представленного _____

1 Условия поверки

- температура окружающего воздуха, °С _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) _____

2 Внешний осмотр

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

3 Испытание изоляции первичных цепей (при первичной поверке)

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

4 Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

5 Проверка функционирования

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

6 Определение основной погрешности

Сопротивление нагрузки составляет 100 кОм.

Таблица А.1

Входное первичное напряжение, % от номинального значения	Предел допускаемой погрешности поверяемого ПВЕ	
	Δ_t , %	Δ_δ , мин
40		
80		
100		
120		

Вывод: соответствует (не соответствует)

Заключение по результатам поверки: соответствует (не соответствует)

Дата, подпись поверителя

ПРИЛОЖЕНИЕ А2. Форма протокола поверки преобразователя ПВЕ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

Преобразователя напряжения высоковольтного емкостного масштабного
ПВЕ-_____ -2__ класс точности_____ зав. № _____
представленного_____

1 Условия поверки

- температура окружающего воздуха, °С _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) _____

2 Внешний осмотр

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

3 Испытание изоляции первичных цепей (при первичной поверке)

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

4 Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

5 Проверка функционирования

Вывод: соответствует (не соответствует) требованиям РЭ.

6 Определение основной погрешности

Сопротивление нагрузки составляет 100 кОм.

Таблица А.2

Входное первичное напряжение, % от номинального значения	Предел допускаемой погрешности поверяемого ПВЕ			
	Вход 1		Вход междуфазный	
	$\Delta_{\Gamma 1}$, %	$\Delta_{\delta 1}$, мин	$\Delta_{\Gamma 2}$, %	$\Delta_{\delta 2}$, мин
40				
80				
100				
120				

Вывод: соответствует (не соответствует)

Заключение по результатам поверки: соответствует (не соответствует)

Дата, подпись поверителя