

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора по
метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Д. Г. Дедков
М.п. «18» _____ 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Стенды проверки параметров двухэлементных секторных тепсельных реле
ДСШк Метро

Методика поверки

МП 4400/0423-2024

Екатеринбург
2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки стендов проверки параметров двухэлементных секторных штепсельных реле ДСШк Метро (далее – стенды), используемых в качестве рабочих средств измерений.

1.2 Прослеживаемость при поверке стендов обеспечивается в соответствии с:

– государственной поверочной схемой (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706 к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ 89-2008;

– ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668 к государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот $20 - 1 \cdot 10^6$ Гц ГЭТ 88-2014;

– ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

– ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2022 г. № 3345 к государственному первичному специальному эталону единицы угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2} - 10 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ 61-2022.

1.3 Методика поверки реализуется методом непосредственного сличения.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки стендов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	-	-
Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц	9.1	да	да
Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц	9.2	да	да
Определение относительной погрешности измерений силы переменного тока в местном и путевом элементах при частоте 50 Гц	9.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов	9.4	да	да

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле	9.5	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, стенд признают непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 35 °С;
- относительная влажность воздуха: от 40 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 107 кПа;
- напряжение питающей сети от 198 до 242 В;
- частота питающей сети от 49 до 51 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на стенды, эталоны, средства измерений, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Подготовка к поверке	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 до +35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %;	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	
	Средства измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 180 до 250 В с относительной погрешностью не более 3 %	Мультиметр цифровой Fluke 8845A, рег. № 57943-14 (далее – мультиметр)
	Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,2 Гц	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.1 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц	Рабочий эталон не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 № 1706, в диапазоне от 5 до 150 В	Мультиметр
п.10.2 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц		
п.10.3 Определение относительной погрешности измерений силы переменного тока на местном и путевом элементах при частоте 50 Гц	Рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 № 668, в диапазоне от 15 до 150 мА	
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов	Рабочий эталон не ниже 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Росстандарта от 30.12.2019 № 3456, в диапазоне от 0,1 до 1,0 Ом;	Магазин электрического сопротивления Р4830/1, рег. № 4614-74;
	Средства измерений сопротивления постоянному току от 0 до 200 мОм с относительной погрешностью не более 1 %	Миллиомметр АМ-6000, рег. № 21409-01
п. 10.5 Определение абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле	Рабочий эталон не ниже 2 разряда, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2022 № 3345	Калибратор фазы Н6-2, рег. № 46522-11 (далее – калибратор фазы)

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации стендов и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра стендов следует убедиться в отсутствии механических повреждений и дефектов, влияющих на метрологические характеристики.

7.2 Комплектность стендов должна соответствовать их паспорту.

7.3 Внешний вид стендов должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа.

7.4 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, указанные в 7.1 - 7.3.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с разделом 3 и выдерживают в них стенд перед началом поверки не менее 20 мин.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Стенд подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ).

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании стенда следует убедиться в его работоспособности, провести проверку работоспособности всех органов индикации и управления стенда, подготовить стенд к проведению измерений в соответствии с требованиями раздела 2.2 РЭ.

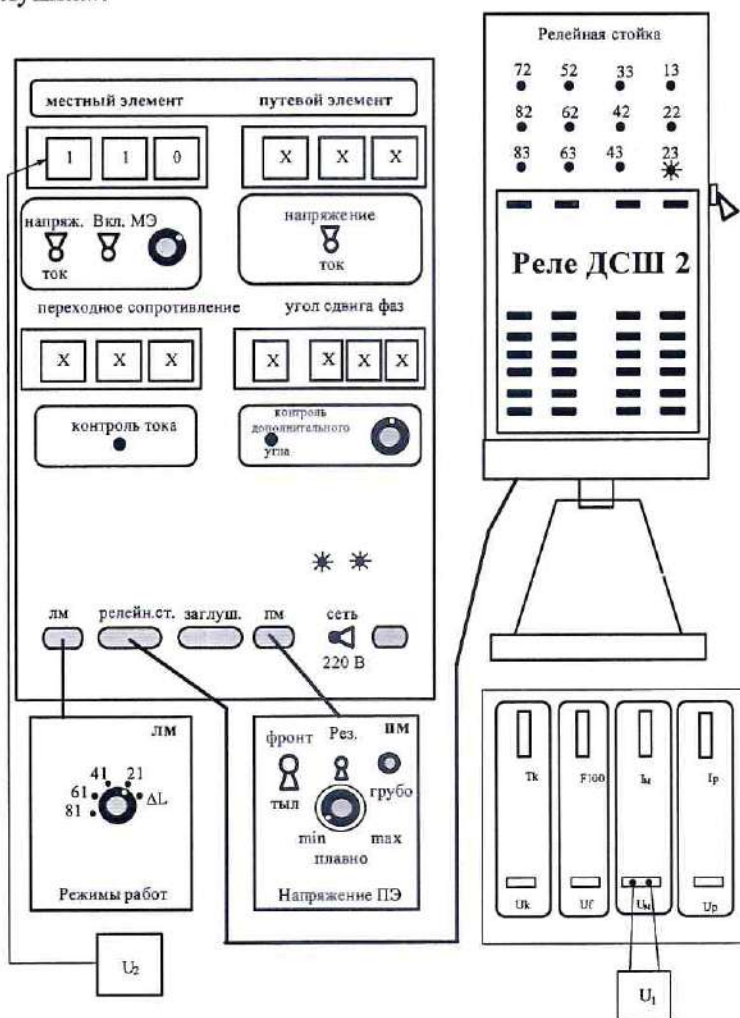
8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считают положительными, если выполняются требования, указанные в 8.1 и 8.2.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц

9.1.1 Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока на местном элементе определяют методом непосредственного сличения показаний стенда с мультиметром.

9.1.2 Собирают схему измерений, приведенную на рисунке 1, и устанавливают тестовую заглушку в разъем «заглушка».



U_1 - мультиметр; U_2 - индикатор стенда, где будет отображаться измеренное значение напряжения переменного тока

Рисунок 1 – Схема измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц

9.1.3 Включают стенд в соответствии с руководством по эксплуатации. Мультиметр переводят в режим измерения напряжения переменного тока.

9.1.4 Устанавливают тумблер выбора режима измерения на местном и путевом элементах «напряжение/ток» в положение «напряжение».

9.1.5 Устанавливают тумблер включения стенда в правое положение.

9.1.6 Устанавливают при помощи регулятора напряжения на местном элементе поочередно значения напряжения 50; 60; 70; 80; 90; 100; 120 В по индикатору стенда. Измеренные мультиметром и стендом значения напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц заносят в протокол поверки.

9.1.7 Рассчитывают значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц для каждого измеренного по 9.1.6 значения, %, по формуле (1), результаты заносят в протокол поверки

$$\delta = \frac{U_1 - U_2}{U_2} \cdot 100, \quad (1)$$

где U_1 – показание стенда при заданном значении напряжения, В;

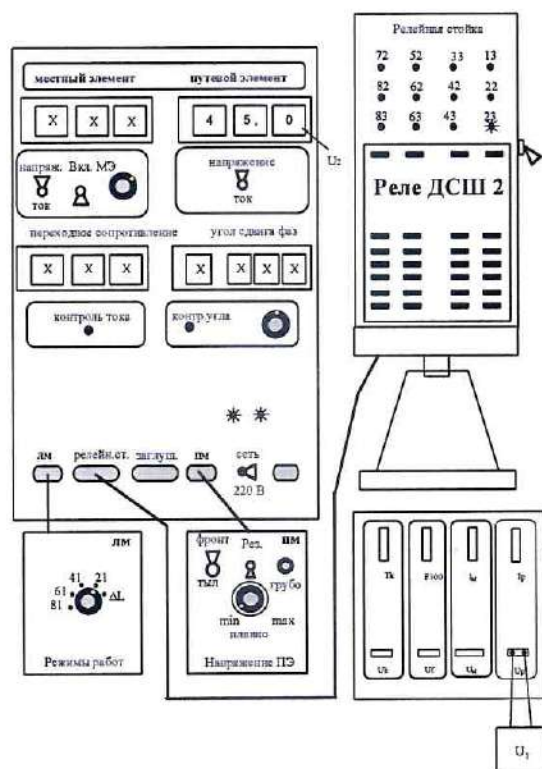
U_2 – показание мультиметра при заданном значении напряжения, В.

9.1.8 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (1) значения относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц не превышает значений, приведенных в таблице А.1.

9.2 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц

9.2.1 Относительную погрешность измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц определяют методом непосредственного сличения стенда с мультиметром.

9.2.2 Собирают схему измерений, приведенную на рисунке 2, устанавливают тестовую заглушку в разъем «заглушка».



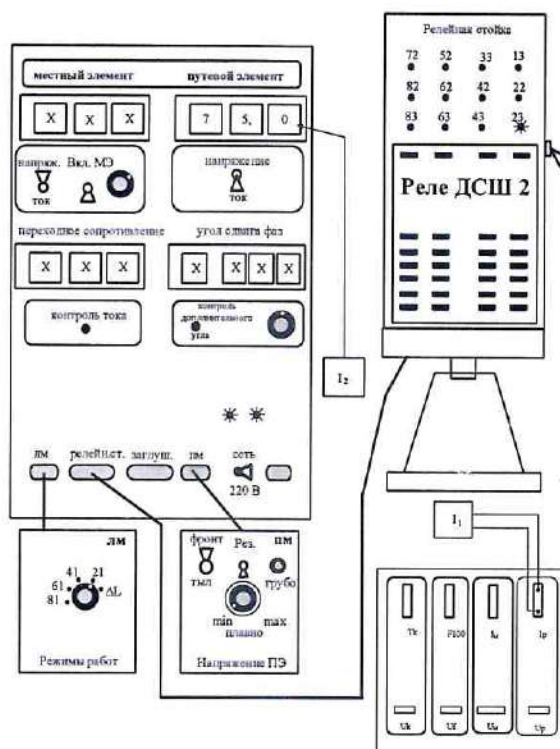
U_1 – мультиметр; U_2 – индикатор стенда, где будет отображаться измеренное значение напряжения переменного тока

Рисунок 2 - Схема измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц

9.2.3 Повторяют операции по п. 9.1.3 – 9.1.5.

9.2.4 Устанавливают при помощи регуляторов напряжения на путевом элементе «грубо» и «плавно» поочередно значения напряжения 5; 20; 35; 45; 60 В по индикатору стенда. Измеренные

9.3.8 Собирают схему измерений, приведенную на рисунке 4, тестовая заглушка должна быть в разьеме «заглушка».



I1- мультиметр; I2 – индикатор стенда, где будет отображаться измеренное значение силы переменного тока;

Рисунок 4 - Схема измерений силы переменного тока на путевом элементе

9.3.9 Повторяют операции по п. 9.3.5-9.3.7.

9.3.10 Устанавливают с помощью регуляторов тока на путевом элементе «Грубо» и «Плавно» поочередно значения силы переменного тока 15; 40; 60; 80; 95 мА по индикатору стенда, при этом снимая показания с мультиметра и стенда, полученные результаты заносят в протокол поверки.

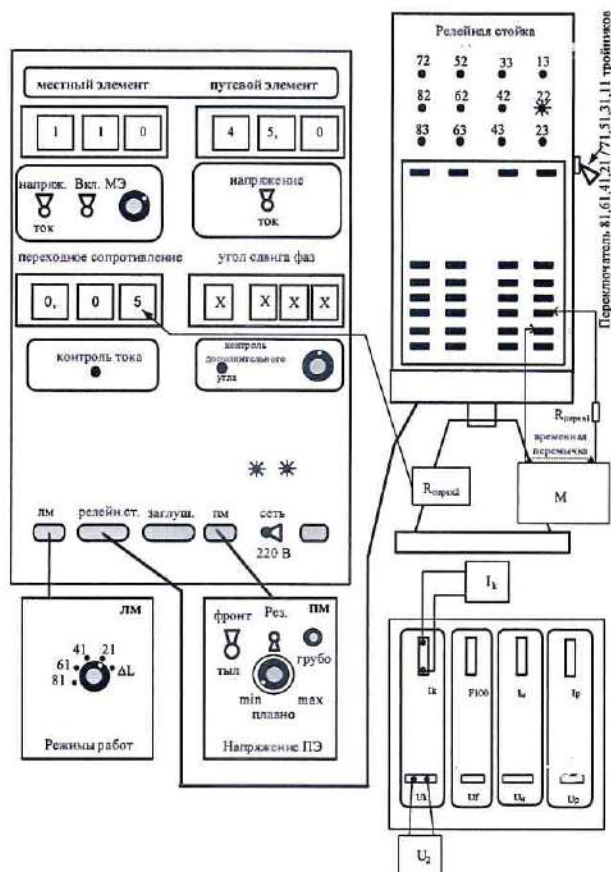
9.3.11 Рассчитывают значение относительной погрешности измерений для каждого значения силы переменного тока на путевом элементе по п. 9.3.10, %, по формуле (2). Полученные результаты заносят в протокол поверки.

9.3.12 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (2) значения относительной погрешности измерений силы переменного тока при частоте 50 Гц на местном и путевом элементе не превышают значений, приведенных в таблице А.1.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов

9.4.1 Абсолютную погрешность измерений переходного сопротивления контактов определяют методом непосредственного сличения показаний стенда с магазином электрического сопротивления Р4830/1 (далее – магазин сопротивления).

9.4.2 Собирают схему измерений, приведенную на рисунке 5, устанавливают тестовую заглушку в разъем «заглушка».



$R_{\text{перех1}}$ – сопротивление соединительного кабеля; $R_{\text{перех2}}$ – индикатор стенда, отображающий значение переходного сопротивления; М – магазин сопротивлений;

$R_{\text{м(0)}}$ – начальное сопротивление магазина сопротивлений;

$R_{\text{м}}$ – установленное сопротивление на магазине сопротивлений;

Рисунок 5 - Схема измерений переходного сопротивления контактов

9.4.3 Устанавливают с помощью магазина сопротивлений поочередно значения сопротивлений 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 Ом и считывают показания со стенда, полученные результаты заносят в протокол поверки.

9.4.4 Измеряют сопротивление $R_{\text{перех1}}$ соединительных проводов подключения магазина сопротивления миллиомметром АМ-6000.

9.4.5 Рассчитывают значение абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов для каждого значения по п.9.4.7 $\Delta_{\text{пс}}$, Ом, по формуле (3) и заносят полученные результаты в протокол поверки

$$\Delta_{\text{пс}} = (R_{\text{м}} + (R_{\text{перех1}} + R_{\text{м(0)}})) - R_{\text{перех2}}, \quad (3)$$

где $R_{\text{перех1}}$ – сопротивление соединительных проводов, Ом;

$R_{\text{перех2}}$ – значение переходного сопротивления на индикаторе стенда, Ом;

$R_{\text{м(0)}}$ – начальное сопротивление магазина сопротивлений, Ом;

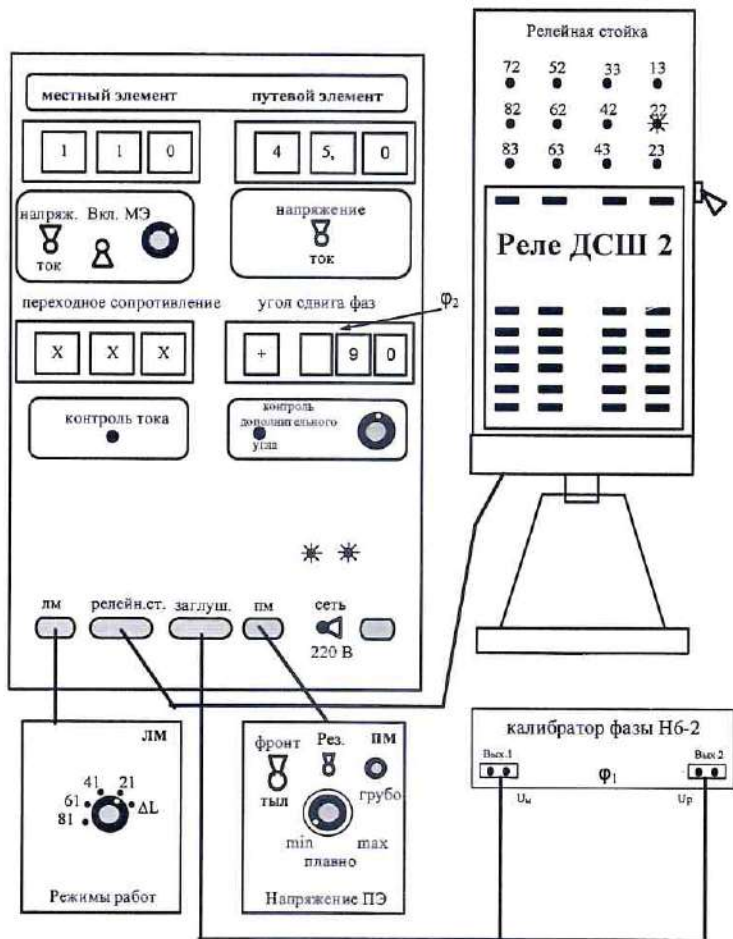
$R_{\text{м}}$ – значение сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, Ом.

9.4.6 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (3) значения абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов для каждого измеренного значения соответствуют значениям, приведенным в таблице А.1.

9.5 Определение абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле

9.5.1 Абсолютную погрешность измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле определяют с помощью калибратора фаз методом прямых измерений.

9.5.2 Собирают схему измерений, приведенную на рисунке 7.



φ_1 – Калибратор фазы; φ_2 – индикатор стенда, где будет отображаться значение угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле;

Рисунок 7 - Схема измерений разности фаз

9.5.3 Подключают выходы калибратора фаз ко входам измерения фазы (разъём «Заглушка») стенда с помощью кабеля;

9.5.4 Устанавливают переключатель включения местного элемента «Вкл.МЭ» в нижнее положение, на правом манипуляторе переключатель «Рез» в верхнее положение, тумблеры «напряжение/ток» местного и путевого элементов устанавливают в верхнее положение «напряжение». Производят включение стенда.

9.5.5 Включают калибратор фазы и устанавливают в нем частоту 50 Гц, уровень выходного сигнала «Выход1» калибратора минус 17 dB¹, уровень выходного сигнала «Выход2» калибратора минус 10 dB².

9.5.6 Устанавливая на калибраторе значения угла разности фаз 30°; 60°; 90°; 120°; 150°, проводят измерение заданных значений по стенду, результаты заносят в протокол поверки.

9.5.7 Рассчитывают значение абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле для каждого значения угла разности фаз $\Delta\varphi^\circ$, по формуле (4), полученные результаты занести в протокол поверки

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1, \quad (4)$$

где φ_2 - значение угла разности фаз на индикаторе стенда, °;

φ_1 – значение угла разности фаз, установленное на калибраторе фазы, °.

9.5.3 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (4) значения абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле для каждого измеренного значения соответствуют значениям, приведенным в таблице А.1.

¹ при нажатии на калибраторе кнопки «D» «Выход1» на индикаторе местного элемента отобразится величина напряжения близкая к 110 В;

² при нажатии на калибраторе кнопки «O» «Выход1» на индикаторе путевого элемента отобразится величина напряжения близкая к 45 В.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки в произвольной форме.

10.2 Положительные результаты поверки стан­дов оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

10.3 Отрицательные результаты поверки стан­дов оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики стендов

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц, В	от 50 до 120
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на местном элементе при частоте 50 Гц, %	± 3
Диапазон измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц, В	от 5 до 60
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока на путевом элементе при частоте 50 Гц, %	± 3
Диапазон измерений силы переменного тока частотой 50 Гц, мА: - в местном элементе - в путевом элементе	от 50 до 150 от 15 до 95
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока частотой 50 Гц, %	± 3
Угол разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле	от 30° до 150°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла разности фаз между напряжениями на обмотках (токами в обмотках) реле	$\pm 2^\circ$
Диапазон измерений переходного сопротивления контактов, Ом	от 0,1 до 0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений переходного сопротивления контактов, Ом	$\pm 0,01$