

Методические указания
Измеритель тока короткого замыкания цифровой
Щ41160

Методы и средства поверки измерителя

Настоящая методика распространяется на измеритель тока короткого замыкания цифровой Щ41160 (в дальнейшем измеритель) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование	Номер пункта методических указаний	Средство поверки и его нормативно-технические характеристики
1 Внешний осмотр	3.1	Фазорегулятор ФР-53Р, амперметр Д5017, класс точности 0,5, предел измерения 10 А; вольтметр Д5015, класс точности 0,2, предел измерения 600 В; фазометр Д364, класс точности 2,5. Реостат РСР 19 Ом ± 10 % - 5 А, 70 Ом ± 10 % - 2,6 А; автотрансформатор; катушка сопротивления Р321 1 Ом; 0,1 Ом.
2 Определение основной погрешности	3.2	
3 Проверка сохранения результата измерений	3.3	В соответствии с 2 настоящей таблицы
4 Проверка срабатывания защиты и времени отключения от объекта измерений	3.4	Вольтметр Д5015, класс точности 0,2, предел измерения 600 В; электросекундомер ПВ-53Л, погрешность ± 0,03 с, реостат РСР-1100 Ом ± 10 А - 1,4 А; ключ.

2 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С – 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$;
- частота питающей сети, Гц 50.

Предельные отклонения с частоты 50 Гц и содержание гармоник – по ГОСТ 13109-67.

2.2 Измерители перед поверкой должны находиться в климатических условиях, указанных в 2.1 не менее 4 ч.

2.3 Перед поверкой измерители должны находиться во включенном состоянии не менее 5 мин.

3 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1 Внешний осмотр

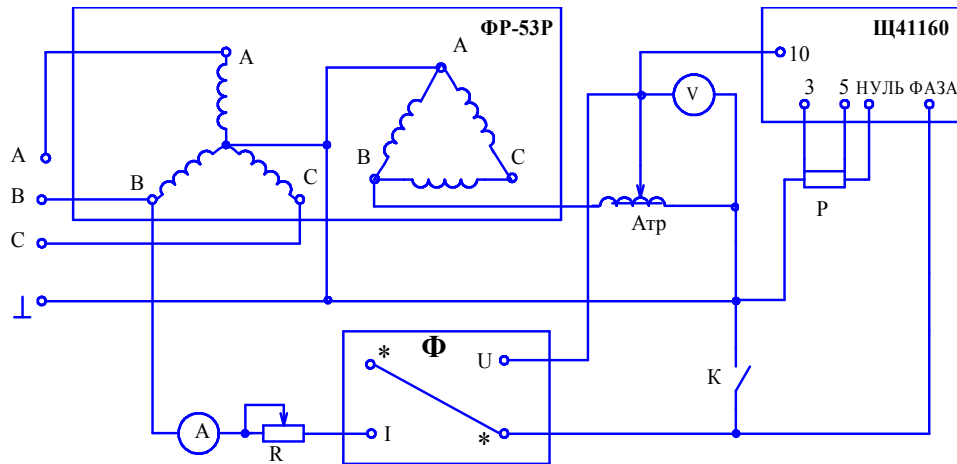
3.1.1 Представленный на поверку измеритель должен быть полностью укомплектован (за исключением ЗИП) в соответствии с ТУ 25-0413.0123-84.

3.1.2 Измеритель не должен иметь ни одной из нижеперечисленных неисправностей:
неудовлетворительное крепление разъемов и зажимов для подключения внешних цепей;
повреждение изоляции внешних токоведущих частей;
грубые механические повреждения наружных частей.

3.2 Определение основной погрешности

3.2.1 Определение основной погрешности производить по схеме, приведенной на рисунке 3.1, для чего с разъема ПОВЕРКА снять заглушку и подсоединить поверочный кабель.

Схема определения основной погрешности измерителя



ФР-53Р - фазорегулятор;

А - амперметр Д5017;

V - вольтметр Д5015;

R - реостат РСП 19 Ом \pm 10 % -5 А – 2 шт.;
реостат РСП 70 Ом \pm 10 % -2,6 А – 2 шт.;

Ф - фазометр Д364;

К - ключ;

P - катушка сопротивления P321 0,1 Ом, 0,1 Ом;

Атр - автотрансформатор ЛАТР-2,5.

Рисунок 3.1

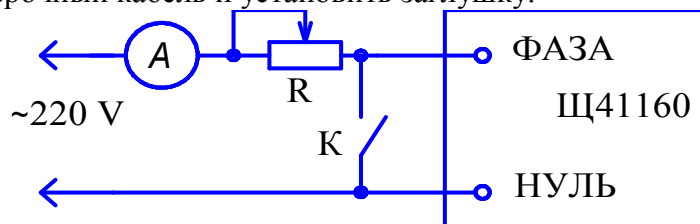
3.2.2 Собранную схему подключить к трехфазной сети. Автотрансформатором установить напряжение 220 В. Ключ К замкнуть и с помощью реостата установить ток, соответствующий проверяемой точке диапазона по таблице 3.1, контролируя его величину амперметром А. Фазометром установить сдвиг фаз равный 30°. Ключ К разомкнуть.

Таблица 3.1

Сопrotивление катушки P321, Ом	Измеряемый ток, А	Проверяемая точка диапазона, А	Коэффициент К
1	2,5	1000	400
2	1,875	750	400
3	10	400	40
4	2,75	110	40
5	2,5	100	40
6	10	10	1

3.2.3 Кнопкой ПТН включить измеритель. По истечении времени установления рабочего режима нажать кнопку ИЗМ. Измеритель высвечивает результат измерения.

3.2.4 Проверку по 6 таблицы 3.1 проводить по схеме, приведенной на рисунке 3.2 для чего отсоединить поверочный кабель и установить заглушку.



А - амперметр Д5017;

R - реостат РСП 19 Ом ± 10 % - 5 А - 2 шт.;
 К – ключ.

Рисунок 3.2

3.2.5 Погрешность измерения определять по формуле (3.1):

$$\delta_u = \frac{I - I_u}{I} \cdot 100, \% \quad (3.1)$$

где δ_u – погрешность измерения, %;

I – проверяемая точка диапазона, А;

I_u – показания измерителя, А.

3.2.6 Погрешность измерения должна быть не более или равна пределу допускаемой относительной основной погрешности определяемой по формуле (3.2):

$$\delta = \pm \left[10 + 1 \left(\frac{I_k}{I} \right) - 1 \right], \quad (3.2)$$

где δ - предел допускаемой относительной основной погрешности, %;

I_k - конечное значение установленного диапазона измерений, А;

I - измеренное значение тока короткого замыкания, А.

3.2.7 Используя схему рисунок 3.1 определить дополнительную погрешность, вызванную сдвигом фаз между напряжением и током. Ток по амперметру А установить равным 5 А. Фазорегулятором устанавливать сдвиг фаз равный $(30 \pm 25)^\circ$. Дополнительную погрешность ($\delta_{\text{дф}}$, в процентах) определять по формуле (3.3):

$$\delta_{\text{дф},2} = \frac{I_{1,2} - I_n}{I_n} \cdot 100, \% \quad (3.3)$$

где $I_{1,2}$ - показания измерителя при сдвиге фаз 5° и 55° ;

I_n - показания измерителя в нормальных условиях применения при $\varphi = 30^\circ$.

3.3 Проверка сохранения результата измерений производится при первичной поверке (и при выпуске из ремонта).

3.3.1 Проверку сохранения результата измерений производить по схеме рисунок 3.1.

3.3.2 Установить ток, соответствующий любой из точек 1 – 5 таблицы 3.1.

Провести измерение тока измерителем.

3.3.3 Нажать кнопку ПМТ и произвести повторное измерение тока.

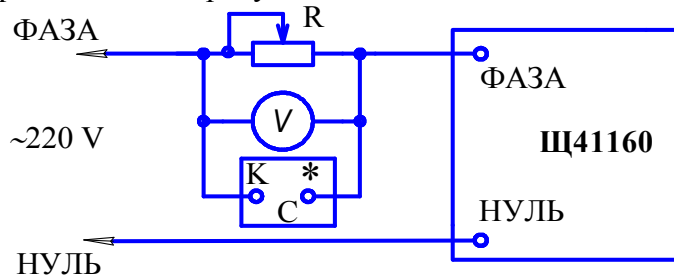
3.3.4 Отключить схему от сети на 1 мин и снова подключить к сети.

3.3.5 Кнопку ПТН отжать и через 10 – 15 с нажать. На отсчетном устройстве должен высвечиваться результат предыдущего измерения.

Примечание. При отключении измерителя от сети индикаторы не светятся.

3.4 Проверка срабатывания защиты и времени отключения от объекта измерений.

3.4.1 Проверку срабатывания защиты и времени отключения от объекта измерений производить по схеме, приведенной на рисунке 3.3.



R - реостат РСП - 1100 Ом ± 10 % - 1,4 А;

V - вольтметр Д5015;

С - электросекундомер ПВ-53Л.

Рисунок 3.3

3.4.2 Подключить схему к сети. Ползунок реостата R установить в крайнее правое (по схеме) положение. Нажать кнопку ПТН измерителя Щ41160. Отжать кнопку ПТН, при этом измеритель должен остаться включенным. Передвигая ползунок реостата R установить по вольтметру V2 напряжение $(36 - 1) В$.

3.4.3 Отключить схему от сети. Подключить схему к сети. Стрелку электросекундомера установить на 0. Включить измеритель, нажав кнопку ПТН. Измеритель должен не включаться, или кратковременно включаться и автоматически отключаться, что регистрируется отсутствием свечения индикаторов.

3.4.4 Время отключения, определяемое по секундомеру, не должно превышать 0,3 с.

4 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРКИ

4.1 Измерители, удовлетворяющие всем требованиям настоящей методики, признаются годными для дальнейшей эксплуатации.

4.2 Результаты поверки оформляются протоколом в соответствии с порядком, установленным на предприятии, проводившем испытания.

4.3 На измерителях прошедших поверку и признанных годными для дальнейшей эксплуатации, становится клеймо.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1 Обоснование метода определения основной погрешности измерителя.

Измеритель Щ41160 предназначен для определения тока однофазного короткого замыкания цепи фаза-нуль в сетях переменного тока напряжением 380/220 В частотой 50 Гц с глухозаземленной нейтралью.

Принцип работы измерителя основан на измерении напряжения, падающего на сопротивление шунта ($R_{ш}$) при прохождении тока короткого замыкания (КЗ). КЗ осуществляется с помощью ключа, который представляет собой тиристор, открывающийся на часть полупериода. Тиристор и шунт включены последовательно.

Цепь фаза-нуль имеет индуктивный характер. Это означает, что ток в цепи отстает от напряжения на угол φ , величина которого по данным ВНИИпро-эктэлектромонтаж составляет $5 - 55^\circ$.

При замыкании цепи (открытии тиристора) в произвольный момент времени, возникающая апериодическая составляющая тока КЗ по величине может быть сравнима с величиной периодической составляющей и ошибка при определении тока КЗ может достигать 50 %. Для исключения этого явления тиристор необходимо открывать в момент перехода тока через нуль, т.е. момент открытия тиристора должен отставать от момента перехода напряжения через нуль на угол φ , равный фазному углу. В этом случае апериодическая составляющая не возникает. Измерение тока КЗ прибором производится за 2 такта. Во время первого такта определяется фазный угол φ , а во время второго такта – определяется ток КЗ. Тиристор во втором такте открывается в момент перехода тока через нуль.

В соответствии с ТЗ на разработку измеритель измеряет ток КЗ в диапазоне от 10 до 1000 А. Для поверки измерителя прямым методом необходимо создание мощных установок, которые обеспечивали бы получение таких токов КЗ. Это технически сложно и экономически неприемлемо, поэтому необходимо применение косвенного метода поверки, который обеспечивает ту же точность измерения, что и прямой метод.

Для определения основной погрешности измерителя выбран метод уменьшения тока КЗ с соответствующим увеличением сопротивления шунта. Покажем, что измеряемое прибором напряжение, падающее на сопротивление шунта, остается в случае такого изменения токов сопротивления шунта неизменным.

Пусть в случае короткого замыкания в цепи протекает ток $I_{кз}$. Сопротивление шунта $R_{ш}$. Падение напряжения на шунте будет:

$$U_{ш} = I_{кз} \cdot R_{ш}$$

Уменьшим ток КЗ в n раз, а сопротивление шунта увеличим в n раз. Тогда падение напряжения на шунте будет:

$$U_{\text{ш}}' = \left(\frac{I_{\text{кз}}}{n} \right) \cdot (R_{\text{ш}} \cdot n) = I_{\text{кз}} \cdot R_{\text{ш}}$$

$U_{\text{ш}} = U_{\text{ш}}'$. Значит, такое изменение токов КЗ и сопротивления шунта правомерно. Для создания сдвига фаз между током и напряжением применяется фазорегулятор. Поверочный ток, величина которого устанавливается реостатом R (см. рисунок 3.1) и измеряется образцовым амперметром А, отстает от напряжения, сдвинутого на угол φ фазорегулятором. Величина фазного угла определяется фазометром Ф.

2 Обоснование выбора амперметра и фазометра.

Для поверки измерителя используется поверочный ток, величина которого измеряется образцовым амперметром; т.к. погрешность определения тока КЗ по техническому заданию 10 %, то величина установленного поверочного тока должна отличаться от истинного значения необходимого для поверки в каждой конкретной точке поверочного тока не более чем на $10 : 3 = 3,33$ %. А т.к. величина поверочного тока измеряется амперметром, то и погрешность амперметра должна быть не более 3,33 %. Т.е. класс амперметра 2,5.

Величина фазного угла измеряется фазометром. В процессе поверки определяется погрешность измерителя при трех фазных углах, однако конкретное значение каждого угла не имеет значения, т.к. в результате поверки должно быть установлено лишь то, что погрешность измерителя не превышает установленного предельного значения при изменении фазного угла в диапазоне от 5° до 55° . Поэтому для поверки использован широко распространенный фазометр Д364. Класс точности его 2,5.