

# Методика проверки согласования параметров цепи «фаза-нуль» с характеристиками аппаратов защиты

## Общие положения

Данная методика предназначена для производства измерений полного сопротивления «петли фаза-нуль», измерению тока К.З. при испытаниях электроустановок зданий и сооружений с целью оценки срабатывания автоматического отключения питания при повреждении изоляции для предотвращения появления напряжения прикосновения и поражения людей электрическим током.

Защитное устройство, предназначенное для автоматического отключения питания цепи или электрооборудования, должно обеспечивать защиту от косвенного прикосновения при замыкании токоведущей части на открытую проводящую часть или защитный проводник цепи или электрооборудования таким образом, чтобы время отключения питания обеспечивало электробезопасность человека при одновременном прикосновении к проводящим частям, а также в случае возможного повышения значений напряжения прикосновения выше 50 В переменного тока (действующее значение) и 120 В выпрямленного тока.

Время отключения, независимо от значения напряжения прикосновения, для распределительных цепей не должно превышать 5 секунд. Наибольшее время отключения для системы TN с номинальным напряжением 230 В не должно превышать 0,4 секунд. Полное сопротивление «петли фаза-нуль» должно удовлетворять условию:

$$Z_s \leq U_n / I_k ,$$

где,  $Z_s$  - полное сопротивление петли «фаза-нуль»;

$U_n$  - номинальное напряжение между фазой и землей;

$I_k$  - номинальный ток короткого замыкания, вызывающий срабатывание защитного устройства.

В полное сопротивление петли «фаза-нуль» входят сопротивления: обмотки силового трансформатора, фазного провода, нулевого рабочего провода, контактов автоматов, пускателей и т.д.

Целью измерения полного сопротивления петли «фаза-нуль» является определение величины тока К.З. цепи. Этот ток должен иметь определенную кратность по отношению к

номинальному току плавкой вставки предохранителя или электромагнитного расцепителя автоматического выключателя согласно п. 1.7.79. и п. 7.3.139. ПУЭ.

## **Методы измерений**

Предлагаемые методы дают только приближенные значения величины полного сопротивления петли «фаза-нуль» или токов К.З., так как они не учитывают сдвиги фаз напряжения, существующие в цепях переменного синусоидального тока, то есть реальные условия, существующие в электрической цепи при замыкании на «землю». Такая степень приближенности вполне приемлема при условии, что реактивные сопротивления испытываемой цепи незначительны или меньше активных.

До выполнения измерения сопротивления петли «фаза-нуль» рекомендуется провести испытания сопротивлений защитных проводников, их непрерывности, а также сопротивлений изоляции элементов электроустановки здания.

### **Метод измерения сопротивления петли «фаза-нуль» прибором М-417**

Прибор М-417 предназначен для измерения сопротивления петли «фаза-нуль» в диапазоне от 0,1 до 1,6 Ом без отключения питающего источника тока с глухозаземленной нейтралью.

Принцип работы прибора основан на измерении падения напряжения на низменном сопротивлении  $R_1$ . Падение напряжения на нем зависит от величины сопротивления цепи «фаза-нуль», что позволяет отградуировать шкалу измерительного органа в единицах сопротивления.

Порядок измерения прибором М-417:

- установить прибор на горизонтальную поверхность;
- ручку «калибровка» установить стрелку прибора в левое крайнее положение;
- присоединить измерительные проводники к зажимам прибора: один проводник присоединить к корпусу измеряемого объекта, а второй - к фазе питающей сети;
- подать напряжение на измеряемый участок сети, при этом на приборе загорается лампа « $Z=\infty$ » (если лампа не загорелась, это свидетельствует об обрыве заземляющей цепи);
- нажать кнопку «Проверка калибровки» и ручку «Калибровка», установить стрелку прибора на отметку «0»;
- нажать кнопку «Измерения» и произвести отсчет показания по шкале измерительного устройства. Величина сопротивления «цепи фаза-нуль» равна показанию прибора минус 0,10м

(сопротивление соединительных проводников). Время измерения не должно превышать 7 секунд с интервалом между измерениями не менее 0,5 минуты.

- загорание сигнальной лампы «Z>2 Ом» при нажатой кнопке «Измерение» свидетельствует о том, что сопротивление «цепи фаза-нуль» измеряемого объекта больше 2 Ом.

Повторные измерения производятся только после повторной калибровки прибора.

Ток К.З. рассчитывается по данным измерения сопротивления «цепи фаза-нуль» с коэффициентом 0,9. Краткость тока проверяется по норме согласно пункту 1.7.79 ПУЭ.

### **Метод измерения тока К.З. цифровым прибором Щ-41160**

Измеритель тока К.З. цифровой Щ-41160 предназначен для измерения тока однофазного короткого замыкания цепи «фаза-нуль» в сети переменного тока 380/220 В, частотой 50 Гц с глухозаземленной нейтралью силового трансформатора и углом сдвига фаз между напряжением и током  $30^{\circ} \pm 25^{\circ}$ . Диапазон измерения тока 10-1000 А.

В основу работы прибора положено измерение реального тока короткого замыкания длительностью не более 10 мс. Для устранения апериодической составляющей тока короткого замыкания измерение производится в два такта. Во время первого такта измеряется угол сдвига установившегося значения тока по отношению к напряжению, а затем производится повторное короткое замыкание в момент, соответствующий измеренному углу сдвига  $\vartheta$ .

Порядок измерения прибором Щ-41160:

- установить прибор на изолированную горизонтальную поверхность;
- соединительные провода подключить к прибору согласно маркировке, при этом провод «Фаза» подключен к зажиму «Фаза R огран.»;
- подключить соединительные провода согласно маркировке к объекту измерения;
- нажать кнопку «ПТН» (Питание), при этом высвечивание нулей на индикаторе свидетельствует, что измеритель исправен и готов к работе;
- нажать кнопку «ИЗМ» (Измерение), при этом индикация гаснет и высвечивается результат измерения.

Если результат измерения тока короткого замыкания с ограничивающим резистором превышает 535 А, то ориентировочное значение тока К.З. определяется по формуле:

$$I_{к.з.} = \frac{220}{I_{изм} - 0,3}$$

где, **I изм** - показание измерителя.

Если результат измерения тока короткого замыкания с ограничивающим резистором не превышает 535 А, то измерение необходимо повторить без ограничивающего резистора, отключив соединительный провод «фаза» от зажима «фаза R огран.» и подключив его к зажиму «фаза».

Если при измерении тока К.З. происходит срабатывание защиты и отключение сети и не удастся зафиксировать результат измерения, то необходимо измерение повторить в следующей последовательности:

соблюдая полярность, установить в отсек питания 6 элементов 316 «Уран»;

- включить сеть (автомат защиты);
- включить кнопку «ПТН»;
- включить кнопку «ПМТ» (Память), переводя измеритель в режим запоминания результата измерения;
- произвести измерение, нажав кнопку «ИЗМ»;
- повторно включить сеть (автомат защиты), если произошло отключение измерителя от сети;
- кнопку «ПТН» отжать и через 10-15 секунд нажать. На измерительном устройстве высвечивается результат предыдущего измерения;
- после окончания измерения отжать кнопку «ПТМ» для предотвращения разряда батарей.

### Определение погрешностей измерения

Замеренные прибором значения всегда отличаются от действительного значения, то есть всегда имеется какая-то погрешность измерений. Степень приближения измеренного значения к действительному характеризует относительная погрешность, определяемая выражением:

$$\gamma_{н.в.} = \gamma_g * A_n / A ,$$

где,  **$\gamma_{н.в.}$**  - наибольшая возможная относительная погрешность измерения;

**$\gamma_g$**  - класс точности прибора - допустимое значение приведенной погрешности;

**$A_n$**  - верхний предел измерения прибора;

**A** - замеренная величина.

Дополнительная погрешность при отклонении прибора от рабочего положения в пределах 10 градусов учитывается в величине наибольшей возможной относительной погрешности измерений  $\gamma_{н.в.}$ , то есть погрешность измерения удваивается.

3.1. Основная погрешность прибора М-417 и Щ-41160 определяется выражением:

$$\gamma_{н.в.} = \pm [10 + (\mathbf{I}_k / \mathbf{I}_{изм} - 1)] \% ,$$

где,  $\mathbf{I}_k$  - конечное значение диапазона измерений, А;

$\mathbf{I}_{изм}$  - измеренное значение тока.

### **Безопасные приемы работы**

К работе с прибором М-417 и Щ-41160 по измерению полного сопротивления «петли фаза-нуль» или по измерению тока короткого замыкания допускаются лица электротехнического персонала не моложе 18 лет, обученные и аттестованные на знание ПОТ РМ-016-2001 и ПЭЭП и данной методики, обеспеченные инструментом, индивидуальными защитными средствами, спецодеждой.

Перед работой должны быть оформлены организационные и выполнены технические мероприятия, согласно требований раздела 3 ПОТ РМ-016-2001.

Измерения производятся по распоряжению (заданию) звеном из 2 специалистов с квалификационными группами не ниже III-ей.

При подаче напряжения от постороннего источника питания должны быть оформлены и выполнены организационные и технические мероприятия, как в месте подключения, так и на рабочем месте.

Соединительные провода, питающий кабель, понижающий трансформатор должны иметь двойную изоляцию.

Запрещается выполнять работы при высокой влажности, а также в огне -, пожаро - и во взрывоопасных средах и помещениях.

Лица, допустившие нарушения ПОТ РМ-016-2001 или ПЭЭП, а также допустившие искажения достоверности и точности измерений, несут ответственность.

## **Оформление результатов измерений**

Согласно требованиям ГОСТ Р 50571.16-99 для регистрации и обработки результатов измерений и испытаний, должен вестись пронумерованный и прошнурованный рабочий журнал.

По результатам проверки составляется протокол испытаний сопротивления петли «фаза-нуль» и токов короткого замыкания.