

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын

В статье рассматриваются методы определения основных параметров заземляющих устройств, характеризующих его состояние, и периодичность проверки коррозии элементов заземлителей. Приводятся методики измерения параметров заземляющих устройств и визуальных осмотров элементов заземлителей. Выявлены основные недостатки существующих методов определения состояния элементов заземляющего устройства.

Ключевые слова: заземляющие устройства, состояние, сопротивление, напряжение прикосновения, коррозия заземляющих устройств.

В настоящее время контроль состояния элементов заземляющих устройств (ЗУ) проводится согласно [1, 2].

Периодичность проверки, следующая[2]:

– проверка в полном объеме – не реже 1 раза в 12 лет;

– после монтажа, переустройства и капитального ремонта оборудования на подстанциях и линиях электропередачи проверка в той части, где возможно изменение ЗУ в результате проведенных работ;

– измерение напряжения прикосновения в электроустановках, ЗУ которых выполнено по нормам на напряжение прикосновения – после монтажа, переустройства и капитального ремонта ЗУ и изменения токов КЗ, но не реже 1 раза в 6 лет (измерения должны выполняться при присоединенных естественных заземлителях и тросах ВЛ).

При проверке состояния ЗУ электроустановок в полном объеме выполняются следующие виды работ (см. рис.). Согласно структурной схеме анализируются основные электрические и механические параметры элементов ЗУ, рекомендуется дальнейший срок его службы [1, 3].

Визуальная проверка проводится с целью контроля качества монтажа и соответствия сечения заземляющих проводников требованиям проекта и ПУЭ.

Производится измерение сечения проводников.

Уменьшение сечения из-за коррозии происходит, в первую очередь, непосредственно под поверхностью грунта, поэтому при контроле ЗУ в процессе эксплуатации обязательна выборочная проверка заземляющих проводников со вскрытием грунта на глубину примерно 20 см [4].

Измерение сопротивления металлосвязей. Для определения качества металлосвязи оборудования с ЗУ должны быть проведены измерения переходного сопротивления контактных соединений заземляющих проводников с оборудованием, выполнена проверка целостности присоединения заземляемого оборудования к ЗУ и определена неэквипотенциальность ЗУ [5].

Контактные соединения проверяют осмотром, простукиванием, а также выборочно измерением переходных сопротивлений мостами, микроомметрами и по методу амперметра-вольтметра.

Определение исполнительной схемы заземляющего устройства. На исполнительной схеме заземляющего устройства должны быть указаны естественные и искусственные заземлители и заземляющие проводники: схема прокладки; материал, профиль (полоса, пруток, стержень, арматура) и поперечное сечение; глубина прокладки заземлителей; места соединений заземлителей и заземляющих проводников с заземлителем [1].

Определение удельного электрического сопротивления грунта. Электрические характеристики грунта необходимы для расчета параметров ЗУ и оценки состояния ЗУ с учетом наиболее неблагоприятных климатических условий [6].

Для определения удельного электрического сопротивления грунта проводят измерения по методу вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). Метод ВЭЗ позволяет выявить электрическую неоднородность структуры грунта – число и толщину слоев с различными значениями удельного электрического сопротивления грунта [7].



Структурная схема проверки состояния ЗУ

Измерение сопротивления заземляющего устройства. Измерение сопротивления ЗУ выполняют по методу амперметра-вольтметра.

Определение напряжения на заземляющем устройстве. Напряжение на ЗУ определяют как произведение измеренного сопротивления заземляющего устройства на потенциалоповышающий ток [8]:

$$U_{3y} = R_{3y} \cdot I_{пп},$$

где R_{3y} – сопротивления ЗУ; $I_{пп}$ – потенциалоповышающий ток.

Определение напряжения прикосновения. Напряжение прикосновения в электроустановках напряжением 110кВ и выше измеряют при имитации КЗ на землю, а в электроустановках 6–35кВ – при имитации двойного замыкания на землю [1].

Определение распределения потенциалов и токов промышленной частоты по элементам заземляющего устройства при установившихся токах КЗ. На основании исполнительной схемы ЗУ выбирают оборудова-

ние, на котором при КЗ на землю ожидается наибольший потенциал. Таковыми местами являются: оборудование, присоединенное к сетке заземлителя заземляющими проводниками наибольшей длины; группа оборудования, у которого большое сопротивление металlosвязи с основным заземлителем; оборудование, наиболее удаленное и ближайшее от места установки вторичного оборудования (например, от релейного щита) [2].

Измерения проводят с помощью селективных к частоте источника переменного тока (ИПТ) токовых клещей. Измеряют ток от ИПТ и в процентах к нему токи, проходящие по естественным и искусственным частям заземляющего устройства [2].

Определение тепловой устойчивости заземлителей, заземляющих проводников и экранов кабелей. Допустимые токи короткого замыкания для искусственных заземляющих проводников и заземлителей определяют, исходя из допустимой (по ПУЭ п.1.7.114 не выше 400 °С) температуры нагрева.

Определение распределения импульсных напряжений при коротких замыканиях на землю, ударах молнии в молниеотводы и протекании токов через ограничители перенапряжений. Для определения возможного обратного перекрытия изоляции кабелей вторичных цепей проводят измерения распределения потенциалов по земле при имитации удара молнии в молниеприемник с помощью генератора импульсных токов [9].

Полученные результаты измерений пересчитывают к току молнии в соответствии с [9]. Коэффициент пересчета принимают пропорциональным отношению тока молнии к току от генератора при условии, что время фронта и длительность импульса при имитации отличались от нормируемых параметров импульса тока молнии не более, чем на 10 %. Если время фронта и длительность импульса при имитации отличались от нормируемых параметров импульса тока молнии более, чем на 10 %, производят экстраполяцию результатов измерений при различных импульсах тока к нормируемым значениям времени фронта импульса.

Определение коррозионного состояния заземляющих проводников и заземлителей. Коррозионное состояние заземляющих проводников и заземлителей определяют путем выборочного вскрытия и осмотра заземлителей и заземляющих проводников, находящихся под землей [10].

Анализ существующих методов определения состояния элементов заземляющих устройств показывает, что основными их недостатками являются вскрытие грунта и проведение визуальных осмотров:

- вскрытие грунта требует дополнительных трудовых и временных затрат;
- качественная оценка, проведенная при вскрытии грунта, не позволяет в полном объеме прогнозировать коррозионное состояние элементов заземляющего устройства и требует применение различных видов приборов [11].

Библиографический список

1. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок / СТО 56947007 - 29.130.15.105-2011. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС» 2011. – 75 с.
2. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок / РД-153-34.0-20.525-00. – М.: СПО ОРГРЭС, 2000. – 64 с.
3. Сидоров, А.И. О проблеме непрерывного контроля состояния заземляющего устройства / А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // ЮУрГУ: материалы 65-й научной конференции. Секции технических наук: в 2 т. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Т. 1. – С. 241–244.
4. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок. – М.: НГТУ, МЭИ ТУ, НПФ ЭЛНАП и АО «Фирма ОРГРЭС», 2000. – 54 с.
5. Коструба, С.И. Измерение электрических параметров земли и заземляющих устройств: учебное пособие / С.И. Коструба. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
6. Князевский, Б.А. Охрана труда в электроустановках: учебник для вузов / Б.А. Князевский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
7. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учебное пособие для вузов / П.А. Долин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
8. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций / СО 153-34.21.122-2003. – М.: МЭРФ. 2004. – 75 с.
9. Анненков, В.З. Прогноз коррозии заземляющих устройств тяговых подстанций / В.З. Анненков // Новые технологии – железнодорожному транспорту: подготовка специалистов, организация перевозочного процесса, эксплуатация технических средств: Сб. науч. статей с международным участием в четырех частях. Ч. 3 / Омский гос. университет путей сообщения. – Омск, 2000. – 403 с.
10. Котельников, А.В. Определение технического состояния заземляющих устройств тяговых подстанций / А.В. Котельников, В.А. Кандаев, Н.Ю. Свешникова, К.В. Авдеева // Инновационные проекты и новые технологии на железном транспорте: Сб. науч. ст. / Омский гос. университет путей сообщения. – Омск, 2007. – С. 109–117.
11. Сидоров, А.И. Технические средства для определения состояния заземляющих устройств / А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын, Р.Т. Абдуллоев // Безопасности жизнедеятельности в третьем тысячелетии: сборник материалов VI-й научно-практической конференции: в 2 т. / под. ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Т.1. – С. 245–249.

[К содержанию](#)