

УДК 621.317

**О. Ю. ГЛЕБОВ, С. В. КИПРИЧ, Д. Г. КОЛИУШКО, Г. М. КОЛИУШКО, А. В. ПЛИЧКО,
О. Л. РЕЗИНКИН**

ДИАГНОСТИКА ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

На основании назначения и состава заземляющего устройства и системы молниезащиты показано основное правило обеспечения электробезопасности. Перечислены недостатки заземляющих устройств, систем молниезащиты и кабельных сооружений. Сформулировано основное правило обеспечения электромагнитной совместимости технических средств, применяемых на электроэнергетических объектах. Приведен перечень испытаний технических средств на устойчивость к нормированным электромагнитным воздействиям. Сформулирован состав работ по диагностике заземляющего устройства и системы молниезащиты, по определению показателей электромагнитной обстановки на действующих объектах. Приведены основные рекомендации по ремонту заземляющих устройств и обеспечению электромагнитной совместимости.

Ключевые слова: электробезопасность, заземляющее устройство, напряжение прикосновения, система молниезащиты, электромагнитная совместимость, электромагнитная обстановка.

Введение. Назначение заземляющего устройства (ЗУ) сформулировано в п.1.7.59 ПУЭ:2014. ЗУ в течение всего периода эксплуатации должно соответствовать всем требованиям к заземлению электроустановок: защите людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции; условиям режимов работы электрических сетей; защиты электрооборудования от перенапряжений; электромагнитной совместимости компьютерных и микропроцессорных систем РЗА и АСУ ТП. ЗУ электроустановок зданий и сооружений и ЗУ для их молниезащиты, как правило, должны быть общими.

Поэтому на современном этапе диагностика состояния ЗУ является одной из частей более общей работы: обеспечение электробезопасности обслуживающего персонала и электромагнитной совместимости технических средств электроэнергетических объектов.

Определение термина *электробезопасность* приведено в межгосударственном стандарте ГОСТ 12.1.009-2003 [1]. *Электробезопасность* – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Согласно п. 1.7.3 ПУЭ:2006 *электробезопасность* – отсутствие угрозы со стороны электроустановки жизни, здоровью и имуществу людей, животным, растениям и окружающей среде, превышающей допустимый риск. В ПУЭ:2014 термин *электробезопасность* уже отсутствует.

Основное правило обеспечения электробезопасности четко сформулировано в п. 1.7.54 ПУЭ:2014. Токоведущие части электроустановки не должны быть доступными для случайного прямого прикосновения к ним, а доступные для прикосновения открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения током, как в нормальном режиме работы электроустановки, так и в случае повреждения изоляции. Из этого правила следует, что единственным параметром, характеризующим электробезопасность, является напряжение прикосновения.

Определение термина *электромагнитная совместимость* (ЭМС) приведено в стандарте Украины ДСТУ ІЕС 60050-161:2003 [2]. ЭМС – способность технического средства (ТС) нормально (устойчиво) функционировать в окружающей электромагнитной среде (обстановке), не создавая помех для любого другого технического средства, функционирующего в этой среде (обстановке).

С термином ЭМС непосредственно связано два термина: электромагнитная устойчивость ТС и электромагнитная обстановка. Без определения этих терминов невозможно сформулировать основное правило обеспечения ЭМС.

Электромагнитная обстановка (ЭМО) – совокупность электромагнитных явлений в данной области пространства. ЭМО характеризуется некоторым набором показателей электромагнитных явлений, воздействующих на ТС в месте его установки.

Электромагнитная устойчивость (уровень помехоустойчивости) – максимальный уровень данного электромагнитного явления, воздействующего на ТС, при котором последнее способно функционировать нормально.

Основное правило обеспечения ЭМС следует из определения приведенных выше терминов. Показатели ЭМО не должны превышать параметров электромагнитной устойчивости технического средства, работающего в данной ЭМО. Для согласования этих параметров введены нормированные значения для каждого электромагнитного явления. При этом электромагнитную устойчивость ТС к нормированным воздействиям должны обеспечить производители этих ТС и подтвердить это в ходе сертификационных испытаний, а нормированные показатели ЭМО в местах установки ТС должны обеспечить потребители этих ТС, то есть собственники электроэнергетических объектов. В процессе исследования определяются показатели ЭМО, которые затем сопоставляются с параметрами электромагнитной устойчивости и, при необходимости, разрабатываются рекомендации по обеспечению ЭМС.

Таким образом, обеспечение электробезопасности и ЭМС на электроэнергетических объектах в об-

щем случае включает следующие этапы:

- 1) испытания ТС на устойчивость к нормированным воздействиям;
- 2) диагностика состояния заземляющего устройства (ЗУ);
- 3) диагностика состояния системы молниезащиты (СМЗ);
- 4) ревизия кабельных сооружений и мест заделки кабелей;
- 5) исследование электромагнитной обстановки (ЭМО);
- 6) разработка и выполнение рекомендаций.

Этап 1. Испытания ТС на устойчивость к нормированным электромагнитным воздействиям выполняются согласно стандартам серии ДСТУ ІЕС 61000-4-XX [3]. ТС подвергаются воздействию электромагнитных явлений, форма и амплитуда которых имеют заданные (нормированные) значения. Эти значения, характеризующие степень жесткости испытаний, должны быть не менее нормированных значений показателей ЭМО, приведенных в стандарте ДСТУ ІЕС 61000-2-5 [4], в котором электроэнергетические объекты отнесены к пятому классу: тяжелая промышленность, электрические станции и подстанции.

Стандарты серии ДСТУ ІЕС 61000-4-XX в общем случае предусматривают проведение двадцати видов испытаний ТС на устойчивость к электромагнитным воздействиям. Однако, ТС, применяемые на электроэнергетических объектах, подвергаются не всем, а лишь следующим одиннадцати видам:

- 1) к электростатическим разрядам (61000-4-2);
- 2) к излучаемому радиочастотному э/м полю (61000-4-3);
- 3) к наносекундным импульсным помехам

(61000-4-4);

4) к микросекундным импульсным помехам большой энергии (61000-4-5);

5) к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными э/м полями (61000-4-6);

6) к магнитному полю промышленной частоты (61000-4-8);

7) к провалам, коротким прерываниям и изменениям напряжения (61000-4-11);

8) к колебательным помехам (61000-4-12);

9) к несимметричным напряжениям кондуктивных помех в полосе частот от 0 до 150 кГц (61000-4-16);

10) к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока (61000-4-17);

11) к провалам, коротким прерываниям и изменениям напряжения, воздействующим на входной порт сети электропитания постоянного тока (61000-4-29).

Кроме испытаний ТС на помехоустойчивость, необходимо также проводить испытания ТС на помехозащищенность, которые выполняются согласно стандарту ДСТУ ІЕС 61000-6-4 [5].

При проведении испытаний на устойчивость воздействия прикладывают к различным портам ТС. Различают пять типов портов: порт электропитания переменного тока; порт электропитания постоянного тока; сигнальные порты (порты подключения вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения, высокочастотной связи, цепей сигнализации и управления); порт корпуса; порт функционального заземления. Для каждого порта предусмотрен соответствующий набор испытаний (см. рис. 1). Наибольшему количеству испытаний подвергается порт электропитания постоянного тока.



Рисунок 1 – Испытание портов ТС на помехоустойчивость

Оценка качества функционирования ТС при испытаниях на помехоустойчивость выполняется в общем случае по четырем критериям: критерий А – нормальное функционирование, при котором параметры ТС соответствуют техническим условиям; критерий В – кратковременное нарушение функционирования или ухудшение параметров ТС с последующим восстановлением нормального функционирования без вмеша-

тельства оператора; критерий С – нарушение функционирования или ухудшение параметров ТС, требующее вмешательства оператора для восстановления нормального функционирования; критерий D – нарушение функционирования или ухудшение параметров ТС, требующее ремонта из-за выхода из строя оборудования или компонентов. При этом для ТС, используемых на электроэнергетических объектах, применя-

ется в основном критерий А, и лишь в некоторых случаях – критерий В.

Специализированные сертификационные лаборатории НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» (г. Харьков) укомплектованы всем необходимым испытательным и измерительным оборудованием для проведения полного перечня испытаний ТС на помехоэмиссию и на устойчивость к нормированным электромагнитным воздействиям.

Этап 2. Диагностика состояния заземляющего устройства (ЗУ) выполняется для проверки его соответствия требованиям ПУЭ. Заземляющее устройство (согласно п. 1.7.21 ПУЭ:2014) – совокупность электрически соединенных между собой заземлителей и заземляющих проводников, включая элементы их соединения.

Диагностика состояния ЗУ выполняется в соответствии с типовой инструкцией СОУ 31.2–21677681–19:2009 [6], которая предусматривает следующие виды работ:

- 1) проверка конструктивного исполнения ЗУ:
 - определение реального расположения искусственных и естественных заземлителей;
 - определение глубины прокладки горизонтальных заземлителей;
 - проверка наличия соединений в местах пересечения продольных и поперечных горизонтальных заземлителей;
 - определение путей растекания токов с оборудования при коротких замыканиях (КЗ);
- 2) проверка соединений заземляемых элементов и естественных заземлителей с ЗУ;
- 3) измерение сопротивления ЗУ;
- 4) измерение напряжения прикосновения;
- 5) проверка напряжения на ЗУ;
- 6) проверка коррозионного состояния элементов ЗУ;
- 7) измерение удельного сопротивления грунта.

В период с 1997 по 2014 гг. сотрудниками НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» совместно с ООО «НПП Каскад» (г. Днепропетровск) выполнена проверка ЗУ более 1000 объектов. Среди них все четыре ныне действующие атомные электростанции, около полутора десятка тепловых электростанций, три гидроэлектростанции Днепропетровского каскада, около 850 подстанций 35–750 кВ, газокomppressorные и нефтеперекачивающие станции, установки связи, а также здания и сооружения промышленного и иного назначения.

На рис. 2 приведены примеры исполнительных схем ЗУ двух подстанций 35/10 кВ одной из энергокомпаний Украины. Очевидно, что ЗУ одной из подстанций значительно хуже, чем ЗУ другой.

К основным недостаткам ЗУ можно отнести следующие: не вся территория ОРУ занята сеткой ЗУ; расстояние от оборудования до заземлителя не редко превышает 1,5 м; отсутствуют соединения продольных и поперечных горизонтальных заземлителей в местах их пересечения; здания главного щита управления (ГЩУ) не имеет внешнего контура заземления, а связь внутреннего контура (системы уравнивания

потенциалов) с ЗУ осуществляется по заземленным с двух сторон проводящим частям кабелей различного назначения (защитные и экранирующие оболочки силовых и контрольных кабелей, PEN проводники кабелей 0,4 кВ сети собственных нужд), металлоконструкциям кабельных сооружений, проводящим частям бытовых и технологических инженерных коммуникаций (коммунальный водопровод, воздухопровод, пожарный водопровод, маслопровод); при расположении ГЩУ между двух ОРУ разных классов напряжения отсутствует необходимое количество связей (должно быть не менее четырех), в том числе проложенных в непосредственной близости от ГЩУ (должно быть две); трансформаторы (автотрансформаторы) и их нейтрали связаны с ЗУ только по заземленным с двух сторон проводящим частям кабелей различного назначения, трубам пожаротушения, рельсам,

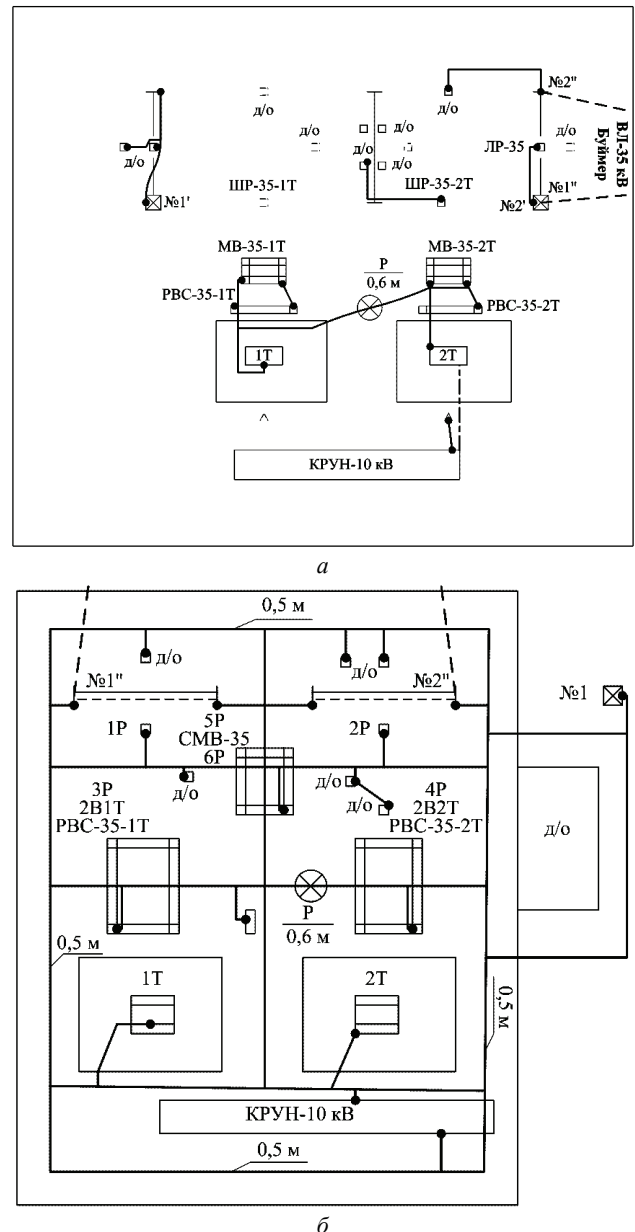


Рисунок 2 – Исполнительные схемы ЗУ подстанций 35/10 кВ: а – ЗУ не пригодно к эксплуатации; б – ЗУ пригодно к эксплуатации

металлоконструкциям портала, что не обеспечивает должного отвода токов в грунт; у разъединителей не заземлены механизмы ручных приводов; у воздушных выключателей в случае аварии большая часть аварийного тока (от 50 до 90 %) может растекаться по воздухопроводу высокого давления (20 атм.) и заземленным с двух сторон проводящим частям кабелей; шкафы управления разъединителями соединяются с ЗУ по заземленным с двух сторон проводящим частям силовых и контрольных кабелей; – металлические ограды вокруг элементов ОРУ (трансформаторов собственных нужд, разрядников, ОПН, КС и др.) не заземлены; выявляются группы оборудования, которые связаны между собой, но связи с общим ЗУ не имеют.

По результатам измерений и проверок составляются соответствующие протоколы, которые заносят в паспорт ЗУ электроустановки, и делается заключение о пригодности ЗУ к эксплуатации, а в случае необходимости разрабатываются рекомендации для проведения ремонтно-восстановительных работ.

Рекомендации по ремонту ЗУ разрабатываются индивидуально для каждого объекта на основании математического моделирования режимов короткого замыкания на шинах ОРУ, в ходе которого рассчитываются значения напряжения прикосновения и другие контролируемые параметры ЗУ. Общими рекомендациями являются следующие: если значение сопротивления ЗУ превышает допустимое, следует подключить к ЗУ все проводящие части и естественные заземлители (грозозащитные тросы ВЛ, рельсовые пути, артезианские скважины, водопровод и т. д.), а также проложить за территорией объекта лучевые заземлители для увеличения площади ЗУ; если значение напряжения

прикосновения превышает допустимое, следует на рабочих местах уложить изолирующий слой (щебень, безарматурные бетонные плиты или асфальтовое покрытие) толщиной 10–30 см; если обнаружен значительный коррозионный износ, следует заменить поврежденные заземлители, при необходимости увеличить их сечение, и на переходе «земля – воздух» защитить заземляющие проводники антикоррозионным покрытием; если обнаружено нарушение связей между заземлителями, соединяющими, например, распределительными разными классами напряжения, следует проложить дополнительные заземлители необходимого сечения.

Этап 3. Диагностика состояния системы молниезащиты (СМЗ) выполняется для проверки ее соответствия требованиям ПУЭ, а также ДСТУ В.В.2.5–38:2008 [7] или ДСТУ EN 62305-3:2012 [8]. *Молниезащита* – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на защиту объекта от воздействия прямого удара молнии, вторичных ее проявлений и заноса высоких потенциалов.

Защиту объекта от прямого удара выполняет внешняя система молниезащиты (СМЗ), которая представляет собой совокупность электрически соединенных между собой систем молниеприемников, токоотводов и заземлителей (см. рис. 2).

Защиту объекта от вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов выполняет внутренняя СМЗ, которая представляет собой совокупность электрически соединенных между собой систем уравнивания потенциалов, экранирования и устройств защиты от импульсных помех (УЗИП) (см. рис. 3).



Рисунок 3 – Система молниезащиты

Диагностика состояния СМЗ предусматривает следующий состав работ:

1) идентификация объекта защиты: определение характеристик объекта защиты; топология объекта защиты и объектов вблизи него; определение высот элементов объекта, выступающих над кровлей; определение параметров окружающей среды; определение уровня молниезащиты;

2) диагностика состояния внешней СМЗ:

а) определение состояния системы молниеприемников: тип применяемых молниеприемников, их топология, сечение, электрическая непрерывность; пути растекания тока при ударе молнии; распределение потенциалов на поверхности земли вблизи молниеотводов при растекании импульсного тока (шаго-

вое напряжение); коррозионное состояние; расчет зон защиты;

б) определение состояния системы токоотводов: тип применяемых токоотводов, их топология, сечение, электрическая непрерывность; напряжение прикосновения; коррозионное состояние;

в) определение состояния системы заземлителей: тип применяемых заземлителей, их топология, сечение, электрическая непрерывность; электрическое сопротивление переменному току промышленной частоты и импульсному току; состояние системы выравнивания потенциалов перед входами и въездами в здания и сооружения; удельное сопротивление грунта; коррозионное состояние;

3) диагностика состояния внутренней СМЗ:

а) определение состояния системы уравнивания потенциалов: тип применяемых шин и проводников, их топология, сечение, электрическая непрерывность; сопротивление связи шины уравнивания потенциалов с заземлителем; сопротивление связи проводящих частей с шиной уравнивания потенциалов; проверка мест ввода наземных (надземных) и подземных металлических коммуникаций в здания и сооружения; коррозионное состояние;

б) определение состояния системы экранирования: тип применяемых экранов, их топология, сечение, электрическая непрерывность; коррозионное состояние;

в) определение состояния системы УЗИП: тип применяемых УЗИП; место установки; параметры работоспособности; напряжения электромагнитных помех в защищаемых кабелях при имитации разряда молнии в систему молниеприемников.

Основные недостатки выполнения СМЗ, основанные на опыте обследования подстанций 35–750 кВ, зданий и сооружений промышленного и иного назначения можно сформулировать следующим образом: отсутствуют вертикальные заземлители; не обеспечивается требуемое растекание тока молнии по магистралям заземления от молниеотводов; молниеотвод присоединен заземляющим проводником к проводящим частям кабельного канала; молниеотвод присоединен заземляющим проводником к внешней ограде; молниеотвод присоединен к системе уравнивания потенциалов здания, когда в этом отсутствует необходимость; молниеприемники, установленные на крыше здания, имеют недостаточное количество или не имеют вообще необходимых искусственных горизонтальных и (или) вертикальных заземлителей; значительный коррозионный износ молниеприемников и токоотводов; токоотводы от сеточного молниеприемника проложены к заземлителям по периметру здания реже, чем требуется; по периметру здания, на крыше которого установлен сеточный молниеприемник, отсутствует наружный контур заземления; сечение молниеприемников и/или токоотводов меньше требуемого; металлические конструкции на крыше здания не присоединены к сеточному молниеприемнику, а неметаллические – не оборудованы стержневыми молниеприемниками; кабельные линии осветительного оборудования и оборудования связи, установленного на отдельно стоящих молниеотводах, использующихся в качестве мачт освещения или радиомачт, проложены не в металлических трубах, не редко указанные кабели вводятся в здание не в земле, а на уровне 2–5 м.

Указанные нарушения не только снижают надежность молниезащиты объекта и безопасность обслуживающего персонала, но также приводят к появлению опасных значений напряжений электромагнитных помех, способных вывести из строя оборудование систем релейной защиты, автоматики и телемеханики, к прорыву импульсного тока молнии внутрь здания и его дальнейшему растеканию по кабельным линиям ВЧ связи, компьютерных сетей, электропроводки, пожарной и охранной сигнализации и другим инженерным системам.

Этап 4. Ревизия кабельных сооружений и мест концевой заделки кабелей в общем случае может включать следующие виды работ: определение типа и топологии кабельных сооружений; проверка целостности металлической конструкции или шины уравнивания потенциалов (ШУП); проверка целостности защитных и экранирующих оболочек кабелей непосредственно в кабельном сооружении и в местах концевой заделки кабелей; проверка присоединения к ЗУ защитных и экранирующих оболочек кабелей в местах их концевой заделки; экспериментальное или расчетное определение коэффициентов ослабления кабельными сооружениями микросекундных импульсных однополярных и колебательных затухающих помех.

Наиболее распространенными на электроэнергетических объектах Украины кабельными сооружениями являются железобетонные кабельные лотки и каналы. Значительно реже используют металлические короба, эстакады и железобетонные туннели. Недостатком применения лотков является отсутствие цельной металлоконструкции и неупорядоченная укладка кабельных линий различного назначения и класса напряжения. Кабельные каналы, как правило, имеют металлоконструкцию с кронштейнами, поддерживающими кабельную продукцию, но ее целостность зачастую вызывает сомнения вследствие коррозии. В канале кабельные линии разных классов напряжения разделены в пространстве, но зачастую на недостаточное расстояние. Металлические короба и железобетонные туннели, по причине ограниченного доступа в них атмосферных осадков, лишены недостатков, присущих лоткам и каналам, но, вследствие большой стоимости, применяются в электроустановках классов напряжения 500 кВ и выше. При этом кабельные туннели требуют проведения соответствующего обслуживания.

Основные недостатки, выявленные при обследовании кабельных сооружений подстанций различного класса напряжений, можно сформулировать следующим образом: железобетонные или кирпичные кабельные каналы имеют обваленные стены, значительный коррозионный износ металлических несущих конструкций и шунтирующих проводников (вплоть до полного разрушения); разрушение плит – перекрытий; «замуливание» кабельных линий; кабельные линии разного класса напряжения и назначения расположены «в навал»; защитные оболочки кабельных линий разрушены вследствие коррозии; в кабельных каналах некоторых объектов «стоит» вода; расположение кабельных каналов не отвечает требованиям ЭМС; металлические оболочки кабельных линий не заземлены на вводе в здание.

Этап 5. Исследование электромагнитной обстановки (ЭМО) выполняется для проверки ее соответствия требованиям ДСТУ ІЕС 61000-2-5 [4]. Источники электромагнитных помех можно условно разделить на две части – естественного и искусственного происхождения, каждая из которых состоит из трех групп (см. рис. 4). Сведения о помехах, их источниках и причинах возникновения приведены в стандарте

ДСТУ ІЕС 61000-6-5 [10].

Сотрудниками НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» совместно с сотрудниками ДонОРГРЭС разработан проект инструкции «Определение электромагнитной обстановки в электроустановках 110–330 кВ». Инструкция предусматривает определение показателей ЭМО как в установившихся и переходных режимах работы объекта, так и при имитации аварийных режимов и мощных редко повторяющихся природных явлений, таких как удар молнии. Определяемые показатели, общее количество которых равно 43, характеризуют следующие электромагнитные воздействия: на-

пряжения в низковольтных силовых сетях; несинусоидальность напряжения низковольтных силовых сетей; сигнальные напряжения в низковольтных силовых сетях; низкочастотные напряжения в сигнальных и контрольных кабелях; низкочастотное магнитное поле; низкочастотное электрическое поле; высокочастотные незатухающие колебания; высокочастотные однонаправленные переходные процессы; высокочастотные колебательные переходные процессы; высокочастотные колебательные электромагнитные поля; высокочастотные импульсные электромагнитные поля; электростатические разряды.



Рисунок 4 – Классификация источников электромагнитных помех

Этап 6. Рекомендации по обеспечению ЭМС ТС. Электромагнитные помехи обусловлены, в общем случае, наличием источника и приемника помех, а также связи (гальванической и/или электромагнитной) между ними. Таким образом, обеспечение ЭМС достигается ослаблением помех либо в источнике, либо в приемнике, либо ослаблением соответствующей связи между источником и приемником [11].

Ослабление помех в источнике достигается, как правило, выполнением организационных мероприятий: запрет или ограничение использования источников помех радиочастотного диапазона, например, переносных радиостанций и др.; контроль климатических условий в помещениях с оборудованием вторичных цепей с целью уменьшения электростатических потенциалов, а также использование обслуживающим персоналом средств защиты от статического электричества, отвечающих требованиям ГОСТ 12.4.124-83.

Ослабление помех в приемнике достигается установкой входных фильтров, оптронных развязок, а также устройств защиты от импульсных помех

(УЗИП) на основе варисторов и др.

Мероприятия по ослаблению гальванической связи:

- шунтирование кабельных линий вторичных цепей (выполнение равномерной сетки ЗУ на всей территории ПС), то есть уменьшение сопротивления между теми точками ЗУ, к которым присоединены заземляемые проводники и/или оболочки кабельных линий вторичных цепей. При этом уменьшается доля тока замыкания на землю или тока молнии, ответвляемая в заземляемые проводники и/или оболочки кабельных линий;

- уменьшение сопротивления ЗУ (увеличение площади, занимаемой сеткой ЗУ). При этом уменьшается величина потенциала на заземлителе, обусловленная стеканием с него тока замыкания на землю или тока молнии, и, следовательно, напряжение помехи, вызванное резким увеличением потенциала заземлителя.

Мероприятия по ослаблению электромагнитной связи:

- разнесение в пространстве источника и приемника помех, то есть увеличение расстояния между

ними. При этом уменьшается напряженность электрического и магнитного поля, воздействующая на приемник помех (например, кабельную линию), и, следовательно, наводимые напряжения помех;

– экранирование приемника помех (например, кабельной линии).

Выводы.

1. Опыт диагностики заземляющих устройств, систем молниезащиты и электромагнитной обстановки, а также ревизии кабельных сооружений различных объектов показывает, что существует значительное количество недостатков, снижающих уровень электробезопасности и электромагнитной совместимости этих объектов.

2. Предложенная концепция обеспечения электробезопасности и электромагнитной совместимости состоит из шести основных этапов, выполнение которых в четко определенной последовательности позволяет выявить недостатки и минимизировать затраты на реконструкцию заземляющих устройств, систем молниезащиты и уменьшение влияния электромагнитных воздействий естественного и искусственного происхождения.

Список литературы: 1. ГОСТ 12.1.009-2003 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения. 2. ДСТУ ІЕС 60050-161:2003 Словник електротехнічних термінів. Глава 161. Електромагнітна сумісність. 3. ДСТУ ІЕС 61000-4-XX:2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел XX – Серия стандартов. 4. ДСТУ ІЕС 61000-2-5 Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 2. Электромагнитная обстановка. Раздел 5. Классификация электромагнитных обстановок. 5. ДСТУ ІЕС 61000-6-4:2012 Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6. Общие стандарты. Раздел 4. Помехоэмиссия от устройств, применяемых в промышленных зонах. 6. СОУ 31.2-21677681-

19:2009 Випробування та контроль пристроїв заземлення електроустановок. Типова інструкція. 7. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. 8. ДСТУ EN 62305-3:2012 Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та безпека для життя людей. 9. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. 10. ДСТУ ІЕС 61000-6-5 Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 6. Общие стандарты. Раздел 5: Помехоустойчивость технических средств, применяемых на электрических станциях и подстанциях. 11. Дьяков А. Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов, И. П. Кузечкин, А. В. Жуков. Под редакцией А. Ф. Дьякова. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 768 с.

Bibliography (transliterated): 1. GOST 12.1.009-2003 Sistema standartov bezopasnosti truda. Jelektrobezopasnost'. Terminy i opredelenija. Print. 2. DSTU IEC 60050-161:2003 Slovnik elektrotehnicnih terminiv. Glava 161. Elektromagnitna sumisnist'. Print. 3. DSTU IEC 61000-4-XX:2012 Sovmestimost' tehniceskikh sredstv jelektromagnitnaja. Chast' 4. Metody ispytanij i izmerenij. Razdel XX – Serija standartov. Print. 4. DSTU IEC 61000-2-5 Sovmestimost' tehniceskikh sredstv jelektromagnitnaja. Chast' 2. Jelektromagnitnaja obstanovka. Razdel 5. Klassifikacija jelektromagnitnyh obstanovok. Print. 5. DSTU IEC 61000-6-4:2012 Sovmestimost' tehniceskikh sredstv jelektromagnitnaja. Chast' 6. Obshhie standarty. Razdel 4. Pomehoemissija ot ustrojstv, primenjaemyh v promyshlennyh zonah. Print. 6. SOU 31.2-21677681-19:2009 Viprobuvannja ta kontrol' pristroiv zazemlennja elektroustanovok. Tipova instrukcija. Print. 7. DSTU B V.2.5-38:2008 Inzhenerne obladnannya budinkiv i sporud. Ulashtuvannja bliskavkozahistu budivel' i sporud. Print. 8. DSTU EN 62305-3:2012 Zahist vid bliskavki. Chastina 3. Fizichni rujnuvannja sporud ta nebezpeka dlja zhittja ljudej. Print. 9. GOST 12.4.124-83 Sistema standartov bezopasnosti truda. Sredstva zashhity ot staticheskogo jelektrichestva. Obshhie tehniceskije trebovanija. Print. 10. DSTU IEC 61000-6-5 Sovmestimost' tehniceskikh sredstv jelektromagnitnaja. Chast' 6. Obshhie standarty. Razdel 5: Pomehoustojchivost' tehniceskikh sredstv, primenjaemyh na jelektricheskikh stancijah i podstancijah. Print. 11. D'jakov A. F., Maksimov B. K., Borisov R. K., Kuzhekin I. P., Zhukov A. V. Jelektromagnitnaja sovmestimost' v jelektroenergetike i jelektrotehnikе. Pod redakciej A. F. D'jakova. Moscow: Jenergoatomizdat, 2003. 768. Print.

Поступила (received) 22.09.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Глебов Олег Юрьевич – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» Национального технического университета «ХПИ», старший научный сотрудник, тел.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Glyebov Oleg Yuriyovych – Reserch and Design Institute "Molniya" National Technical University "KhPI", senior staff scientist, tel.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Киприч Светлана Викторовна – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» Национального технического университета «ХПИ», научный сотрудник, тел.: (057) 707-62-80; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Kiprych Svitlana Viktorivna – Reserch and Design Institute "Molniya" National Technical University "KhPI", scientist, tel.: (057) 707-62-80; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Колушко Денис Георгиевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Национальный технический университет «ХПИ», старший научный сотрудник кафедры автоматизированных электромеханических систем, тел.: (057) 707-64-45; e-mail: den@kpi.kharkov.ua.

Koliushko Denys Georgiyovych – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), senior staff scientist, National Technical University "KhPI", senior staff scientist at the Department of Automatic electromechanical systems, tel.: (057) 707-64-45; e-mail: den@kpi.kharkov.ua.

Колушко Георгий Михайлович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» Национального технического университета «ХПИ», ведущий научный сотрудник, тел.: (057) 707-61-77; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Koliushko Georgiy Mykchailovych – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), senior staff scientist, Reserch and Design Institute "Molniya" National Technical University "KhPI", principal scientist, tel.: (057) 707-61-77; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Пличко Андрей Валерьевич – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» Национального технического университета «ХПИ», младший научный сотрудник, тел.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Plichko Andrii Valeriyovych – Reserch and Design Institute "Molniya" National Technical University "KhPI", junior scientist, tel.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Резинкин Олег Лукьянович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, Национальный технический университет «ХПИ», заведующий кафедрой теоретических основ электротехники, тел.: (057) 707-66-42; e-mail: olegrezinkin@rambler.ru.

Rezinkin Oleg Luk'yanovych – Doctor of Technical Sciences, senior staff scientist, National Technical University "KhPI", head by the department of theoretical bases of the electrical engineering, tel.: (057) 707-66-42; e-mail: olegrezinkin@rambler.ru.

УДК 621.317

О. Ю. ГЛЕБОВ, С. В. КИПРИЧ, Д. Г. КОЛИУШКО, Г. М. КОЛИУШКО, М. М. РЕЗИНКИНА

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ ДСТУ EN 62305-X:2012

Представлен перевод с английского на украинский и русский языки терминов и определений международных стандартов IEC 62305-X:2010 по молниезащите. Общее количество терминов составляет 112 шт. Указаны несовпадения терминов и определений в различных частях международного стандарта. Предлагается заинтересованным специалистам и организациям принять участие в обсуждении, исправлении и дополнении предложенных формулировок. Указано, что действующие в Украине стандарты по молниезащите значительно отличаются друг от друга по форме и содержанию. Предложено отменить стандарт Украины ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

Ключевые слова: стандарты по молниезащите, система молниезащиты внешняя и внутренняя, молниеприемники, токоотводы, заземлители, устройства защиты от всплесков.

Введение. На Ваше рассмотрение выносятся перевод на украинский и русский языки терминов и определений по молниезащите, которые применяются в международных стандартах серии IEC 62305-X:2010 [1–4], общий объем которых составляет 412 страниц. Эти стандарты были гармонизированы в Украине в 2012 г. методом «замены обложки» с добавлением «ДСТУ EN» вместо «IEC» в начале шифра. Авторы перевода предлагают всем заинтересованным специалистам и организациям принять участие в обсуждении, исправлении и дополнении изложенных ниже формулировок. Ваши замечания направляйте по адресу электронной почты [nio5_molniya@ukr.net].

Общее количество терминов составляет 112 шт. Некоторые термины используются в нескольких частях IEC 62305. Обращаем Ваше внимание на то, что для некоторых терминов и определений имеют место отличия формулировок на английском языке в разных частях IEC 62305. Для таких терминов и определений приведены формулировки из каждой части и с помощью подчеркивания выделены отличия. Обнаруженные различия не носят принципиального характера, однако, с юридической точки зрения, разночтений быть не должно. Если же англоязычные формулировки в разных частях IEC 62305 одинаковы, то приводится только одна формулировка.

Актуальность. Действующие в Украине в настоящее время стандарты по молниезащите (ДСТУ Б В.2.5-38:2008 [5] и ДСТУ EN 62305-X:2012) значительно отличаются друг от друга не только в части формулировки терминов и определений, но и по общему содержанию и по методам расчета зон защи-

ты, о чем авторы докладывали в 2014 г. (Науково-практична конференція «Експлуатація високовольтних електричних мереж, підстанцій та інших енергетичних об'єктів в період грозової активності та в умовах високих температур», 23–27 червня 2014 року, с. Славське, Львівської обл.) [6]. В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность отмены одного из них, а именно ДСТУ Б В.2.5-38:2008, поскольку стандарты серии IEC 62305 гармонизированы в рамках программы Евроинтеграции. Если отмена ДСТУ Б В.2.5-38:2008 окажется не целесообразной с организационной точки зрения, поскольку на этот документ даны ссылки в других нормативных документах Украины (например, п. 4.2.162 ПУЕ:2014), то следует привести его к виду стандартов серии IEC 62305.

Полученные результаты.

1) IEC 62305-1:2010, 3.1

Lightning flash to earth – Electrical discharge of atmospheric origin between cloud and earth consisting of one or more strokes.

Спалах блискавки в землю – Електричний розряд атмосферного походження між хмарою та землею, що складається з одного або декількох ударів.

Вспышка молнии в землю – Электрический разряд атмосферного происхождения между облаком и землей, состоящий из одного или нескольких ударов.

2) IEC 62305-1:2010, 3.2

Downward flash – Lightning flash initiated by a downward leader from cloud to earth.

NOTE – A downward flash consists of a first impulse, which can be followed by subsequent impulses.