

УДК

Средства защиты от перенапряжений в сетях до 1 кВ

Пашкович Н.П., Потачиц Я.В.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

Внезапные повышения напряжения до значений, опасных для изоляции электроустановки, называются перенапряжениями. По своему происхождению перенапряжения бывают двух видов: внешние (атмосферные) и внутренние (коммутационные).

Атмосферные перенапряжения возникают при прямых ударах молнии в электроустановку или наводятся (индуцируются) в линиях при ударах молний вблизи от них. Внутренние перенапряжения возникают при резких изменениях режима работы электроустановки, например, при отключении ненагруженных линий, отключении тока холостого хода трансформаторов, замыкании фазы в сети с изолированной нейтралью на землю, резонансных, феррорезонансных явлениях и др.

Система внутренней молниезащиты для электропитающей сети до 1000 В, состоящая из разного типа устройств защиты от импульсных перенапряжений, должна быть способна осуществить отвод грозовых токов или их большей части без повреждения самих защитных устройств. Для определения величины тока, проходящего через УЗИП первой ступени защиты в случае прямого удара молнии в здание, защищённое системой внешней молниезащиты, рекомендуется исходить из конфигурации системы заземления и уравнивания потенциалов здания, а также подведенных к нему коммуникаций (трубопроводов, электропитающих кабелей, кабелей связи и передачи информации и др.). На рисунке 1 приводится классический пример распределения грозового тока в объекте, подвергнутом прямому удару молнии (МЭК 61024-1-1; МЭК 61643-12).

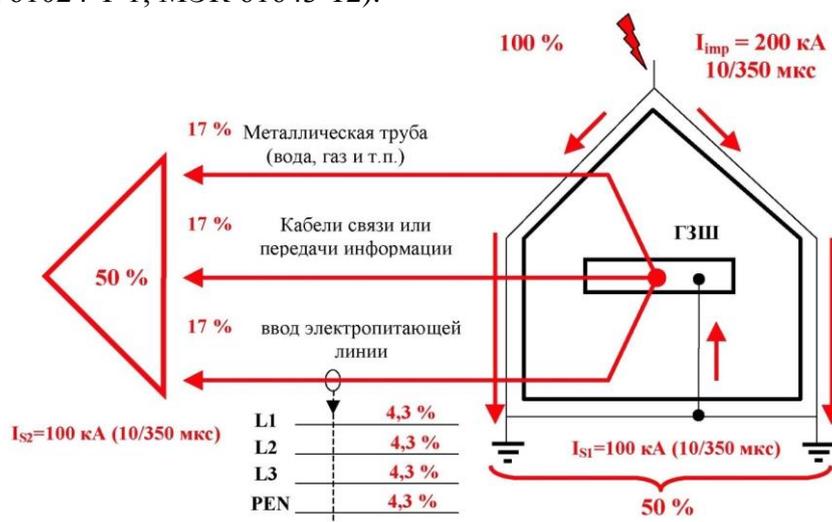


Рис. 1

Очень часто при эксплуатации телекоммуникационных и информационных систем, электронных приборов, систем автоматики и телемеханики приходится сталкиваться с отрицательным влиянием перенапряжений. Основными причинами низкой устойчивости современного оборудования к импульсным перенапряжениям являются:

- возросшая степень интеграции элементов на кристаллах интегральных схем, что приводит к уменьшению напряжения пробоя изоляционных промежутков и уменьшению энергии, достаточной для повреждения элемента БИС;

- уменьшение напряжения питания полупроводниковых приборов и уровня сигналов внутри электронных схем;
- применение импульсных выпрямителей с безтрансформаторным входом.

Возникновение импульсных перенапряжений в электропитающих сетях может привести не только к выходу из строя выпрямителей, электрических кабелей, распределительных щитов, но и к повреждению питаемого оборудования и сбоям в его работе. Согласно статистическим данным случаи повреждения сложной электронной техники из-за выбросов напряжения в распределительных сетях 220/380 В удваиваются каждые три-четыре года. Всё это вызывает повышение требований к защищенности электропитающих установок (ЭПУ) объектов и сооружений связи.

Одной из серьезных проблем в процессе организации защиты оборудования и объекта связи в целом от грозовых и коммутационных перенапряжений является то, что нормативная база в этой области до настоящего времени разработана недостаточно. Существующие нормативные документы либо содержат в себе устаревшие, не соответствующие современным условиям требования, либо рассматривают их частично, в то время как решение данного вопроса требует комплексного подхода. Некоторые документы в данный момент находятся в стадии разработки и есть надежда, что они вскоре выйдут в свет. В их основу положены основные стандарты и рекомендации Международной Электротехнической Комиссии (МЭК).

Наиболее продуманным и отвечающим современным требованиям документом в области защиты от импульсных грозовых перенапряжений в настоящее время является разработанная МЭК **зоновая концепция защиты**.

Основные ее положения приведены в стандартах IEC-1024-1 (1990-03) "Защита сооружений от удара молний. Часть 1. Общие принципы" и IEC-1312-1 (1995-02) "Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Общие принципы". Суть данной концепции заключается в том, что объект, подлежащий молниезащите (защите от перенапряжений), разбивается на три условных зоны. Предусматривается последовательное снижение уровня перенапряжений от зоны 0 к зоне 1 и далее к зоне 2, в которой устанавливается оборудование. Границей зоны 0 и зоны 1 служит внешний контур заземления и стены здания. Для систем электропитания границей этих зон является вводный щит здания. Границей зон 1 и 2, как правило, является токораспределительный щит.

Зона 0_A: Зона внешней среды объекта, все точки которой могут подвергаться воздействию прямого удара молнии (иметь непосредственный контакт с каналом молнии) и возникающего при этом электромагнитного поля.

Зона 0_B: Зона внешней среды объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии (ПУМ), так как находятся в пространстве, защищенном системой внешней молниезащиты. Однако в данной зоне имеется воздействие неослабленного электромагнитного поля.

Зона 1: Внутренняя зона объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии. В этой зоне токи во всех токопроводящих частях имеют значительно меньшее значение по сравнению с зонами 0_A и 0_B. Электромагнитное поле также снижено по сравнению с зонами 0_A и 0_B за счет экранирующих свойств строительных конструкций.

Последующие зоны (Зона 2, и т.д.). Если требуется дальнейшее снижение разрядных токов или электромагнитного поля в местах размещения чувствительного оборудования, то необходимо проектировать так называемые последующие зоны. Критерий для этих зон определяется соответственно общими требованиями по ограничению внешних воздействий, влияющих на защищаемую систему. Имеет место общее правило, по которому с увеличением номера защитной зоны уменьшаются влияние электромагнитного поля и грозового тока. На границах раздела отдельных зон

необходимо обеспечить защитное последовательное соединение всех металлических частей, с обеспечением их периодического контроля.

Примечание: Способы образования связей на границах разделов между зонами, принципы размещения оборудования, обеспечения его экранирования, методы расчетов приведены в стандарте IEC 62305-4 «Защита от удара молнии. Часть 4. Электрические и электронные системы внутри сооружений». На распределение энергии электромагнитных полей внутри объекта оказывают влияние различные элементы строительных конструкций такие как: отверстия или щели (например, окна, двери) обшивки из листовой стали (водосточные трубы, карнизы), а также места ввода-вывода кабелей электропитания, связи и других коммуникаций.

На рисунке 8 приводится пример разделения защищаемого объекта на несколько зон. Кабели электропитания, связи и другие металлические коммуникации должны входить в защитную Зону 1 в одной точке и своими экранированными оболочками или металлическими частями подключаться к главной заземляющей шине на границе раздела Зон 0_A- 0_B и Зоны 1.

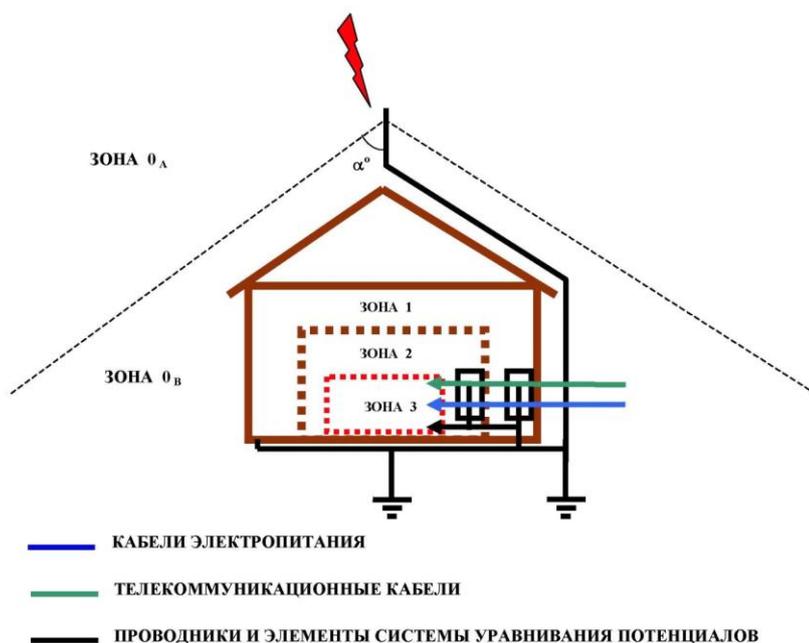


Рис. 2

Описанное выше разделение объекта на условные зоны позволяет на практике эффективно решать вопросы защиты электропитающих сетей до 1000 В, а также линий связи, передачи данных, компьютерных сетей и других коммуникаций, входящих в объект, с помощью применения различного типа устройств защиты от импульсных перенапряжений (или так называемой внутренней системой молниезащиты).

Для гарантированной защиты объекта от перенапряжений, возникающих при стекании токов молнии на заземляющее устройство или при «приходе» волны перенапряжения по питающей сети (в случае далекого удара молнии), «Зоной концепцией защиты» предусмотрена трехступенчатая схема включения защитных устройств. Большое значение имеют экранирующие свойства зданий и сооружений, длины и направления кабельных трасс, взаимное расположение оборудования и, в первую очередь, правильно выполненные системы заземления и выравнивания потенциалов. Таким образом, в ходе проектирования, монтажа и эксплуатации объекта связи при решении проблем защиты от импульсных перенапряжений нельзя

рассматривать различные типы оборудования, различные системы и коммуникации отдельно друг от друга.

Зарубежный опыт показывает, что без применения специальных защитных устройств (ограничителей перенапряжения) невозможна надёжная эксплуатация устройств электропитания. Стоимость проведения минимально необходимых мер по защите в десятки и сотни раз меньше, чем возможный ущерб от выхода оборудования из строя и нарушения нормальной работы объекта.

Литература

1. Кумар Уикрамасингх // В мире науки. – 1989. – № 12. – С. 62–71.
2. Диденко И.А., Либенсон М.Н. // Опт. Вестн. – 1992. – № 5/6. – С. 1–2.
3. Либенсон М.Н. Поверхностные электромагнитные волны в оптике // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. – № 11. – С. 103–110.
4. Жданов Г.С., Либенсон М.Н., Марциновский Г.А. Оптика внутри дифракционного предела // УФН. – 1998. – Т. 168, №7. – С. 801–804.