

01.04.2009 г.

## Методика расчета токов растекания

Внутренняя молниезащитная система (внутренняя МЗС), имеющая в своем составе устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) различного назначения, должна обеспечивать отвод индуцированных токов и токов растекания, вызванных атмосферными разрядами и коммутационными процессами в электроэнергетических системах, или их большей части без повреждения самих УЗИП. Для определения величины токов, проходящих через УЗИП в случае прямого удара молнии в объект, защищенный внешней МЗС, необходимо исходить из конфигурации системы заземления и уравнивания потенциалов объекта, а также количества входящих и выходящих коммуникаций (трубопроводов, электропитающих кабелей, кабелей связи и передачи информации и др.). В качестве классического примера, на Рис. 1 приводится пример распределения импульсных токов в объекте, подвергнутом прямому удару молнии (согласно МЭК 61024-1-1; МЭК 61643-12).

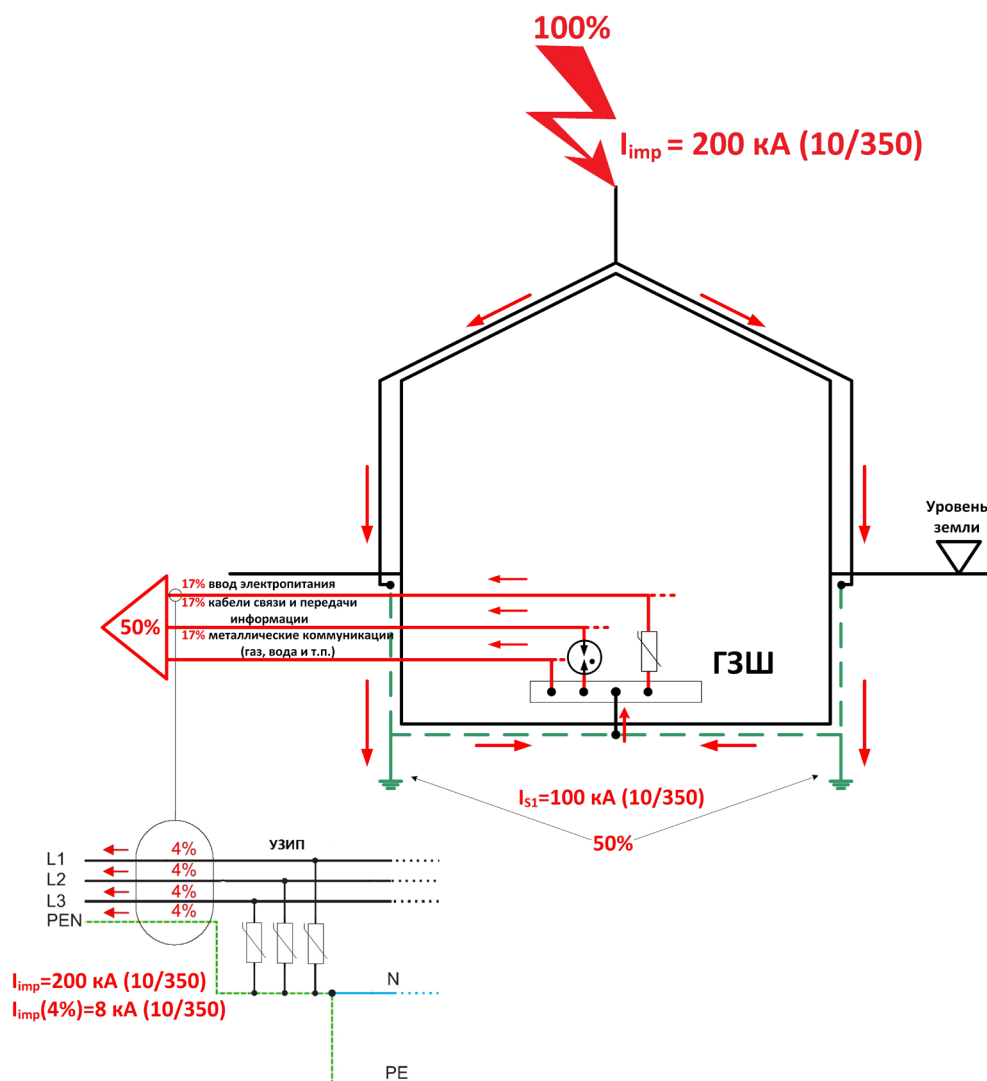


Рис. 1. Распределение токов молнии при прямом ударе в объект с кабельным подземным вводом электропитания.

Методика расчета токов растекания приведена в ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК 61643-1-98), ПРИЛОЖЕНИЕ А. Для определения распределения токов между металлическими элементами конструкции здания при попадании молнии в систему внешней молниезащиты, необходимо рассчитать сопротивления заземляющих устройств, трубопроводов, электропитающего ввода, ввода кабелей связи и т.п.

В случаях, когда трудно осуществить точный расчёт, осуществляется так называемая квалифицированная оценка, исходящая из следующих рассуждений:

- расчет производится для пикового значения тока  $i_{imp}$ , взятого из Таблицы 2.3 Инструкции СО–153-34.21.122-2003 в соответствии с выбранным уровнем защиты от прямого удара молнии. Например, для объектов с первым уровнем защиты  $i_{imp} = 200 \text{ кА (10/350 мкс)}$ ;
- 50% от общего тока  $i_{imp} = 200 \text{ кА (10/350)} \rightarrow I_{S1} = 100 \text{ кА (10/350)}$  отводится в землю через заземляющее устройство внешней МЗС;
- 50% от общего тока  $i_{imp} = 200 \text{ кА (10/350)} \rightarrow I_{S2} = 100 \text{ кА (10/350)}$  разделится равномерно (приблизительно по 17%) между наружными вводами в объект, например, трех основных видов коммуникаций: кабелями связи и передачи информации, металлическими трубопроводами и проводами ввода электрического питания 220/380 В.

01.04.2009 г.

Таблица 2.3 Инструкции СО–153-34.21.122-2003

Параметр молнии	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Пиковое значение тока I, кА	200	150	100
Полный заряд Q <sub>полн</sub> , Кл	300	225	150
Заряд в импульсе Q <sub>имп</sub> , Кл	100	75	50
Удельная энергия W/R, кДж/Ом	10 000	5 600	2 500
Средняя крутизна di/dt <sub>30/90%</sub> , кА/мкс	200	150	100

Величина тока проходящего через отдельные вводы обозначается как I<sub>p</sub>, при этом:

$$I_i = I_{s2} / n$$

где n равняется числу вводов. Для оценки тока I<sub>v</sub> в отдельных жилах неэкранированного кабеля, ток в кабеле делится на количество проводов m:

$$I_v = I / m$$

Для правильного выбора типа УЗИП и их основных параметров целесообразно руководствоваться следующим правилом:

*Расчет необходимо производить исходя из максимального значения импульсного тока I<sub>imp</sub> (10/350 мкс) в зависимости от уровня защиты объекта от прямого удара молнии. Далее, для каждого провода системы электропитания определить (по приведенной выше методике) значение импульсного тока формы (10/350 мкс), который может в нем протекать и который должно гарантированно отвести УЗИП класса I. После этого выбрать УЗИП с некоторым запасом (20 – 30 %), учитывая возможную неравномерность растекания токов по различным проводникам.*

В случае изменения исходных данных, т.е. числа вводов в объект, типа системы электропитания, количества проводов в кабеле и т.д., итоговые значения также могут существенно измениться. При этом изменения могут произойти как в сторону уменьшения импульсных токов, так и в сторону их возрастания. В случае применения экранированных кабелей большая часть токов растекается через экранные оболочки, что лишний раз подтверждает необходимость применения данных кабелей на объектах с повышенными требованиями к защищенности от удара молнии.

Приведенные выше заключения применимы для объектов, оборудованных внешней МЗС и имеющих кабельный подземный ввод электропитания. Ситуация может серьезно усложниться в случае воздушного ввода электропитания. Элементарный расчет показывает, что при прямом попадании молнии с током I<sub>imp</sub> = 200 кА (10/350 мкс) и при условии его равномерного распределения по четырем проводам системы TN-C, импульсные токи в каждом проводе будут иметь значения около 50 кА. Стеkanie этих токов на землю будет осуществляться в две стороны: через оборудование низковольтной стороны подстанции и элементы электроустановки объекта в примерном соотношении 1 : 1. Таким образом, в каждом проводе на вводе электропитающей установки объекта мы будем иметь ток величиной 25 кА (10/350 мкс). Если предположить, что равномерного растекания токов по какой-то причине не произошло, то это значение может возрасти до 45-50 кА и более.

УЗИП на базе варисторов обеспечивают качественную защиту при их применении в 1-ой ступени при амплитудах величиной I<sub>imp</sub> = 20 кА (10/350 мкс), что является достаточным для случая кабельного подземного ввода электропитающей линии в объект. Если требуется защитить воздушный ввод электропитания от импульсных перенапряжений, рекомендуется применять разрядники искрового типа, соответствующие УЗИП класса I, которые могут иметь значение I<sub>imp</sub> = 50 – 100 кА (10/350 мкс).

## Литература:

1. МЭК 61643-12 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Принципы выбора и применения».
2. «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО-153-34.21.122-2003.
3. ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК 61643-1-98) «Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний».
4. Технические материалы компании Hakel.