



А.В. ШАВИЛОВ,
ведущий инженер отдела разработок и внедрения новых технических средств Управления автоматики и телемеханики ЦДИ

ЗОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Отказы технических средств и оборудования, вызванные воздействием разрядов молний и коммутационными перенапряжениями, часто приводят к серьёзным последствиям на предприятиях, в жилых домах и на транспорте. Такие поражения влекут большие финансовые потери. Поэтому очень важно обеспечить надёжную работу различных систем, особенно железнодорожной автоматики, в условиях сложной электромагнитной обстановки, в частности, в моменты разрядов молний. Построить оптимальную защиту конкретного объекта как с технической, так и экономической точки зрения позволяет зонная концепция молниезащиты.

■ Причинами импульсов перенапряжения могут стать гроза или коммутации в электрических цепях. Во время грозы импульсные перенапряжения вызваны прямыми (близкими) или удаленными ударами молний. Прямыми (близкими) считаются удары в систему внешней молниезащиты здания, находящиеся в непосредственной близости от него предметы или в расположенные внутри низковольтные питающие, телекоммуникационные и сигнальные линии. При этом возникают импульсные токи и напряжения большой амплитуды, а также сильное электромагнитное поле (LEMP), представляющие собой большую угрозу для защищаемого оборудования.

При прямом ударе молнии импульсные перенапряжения возникают вследствие падения напряжения на сопротивлении заземления. В результате повышается потенциал здания по отношению к удаленным объектам.

Кроме того, импульсные перенапряжения появляются в линиях системы электроснабжения здания и других проводящих линиях за счет индуктивного воздействия энергии электромагнитного поля (наведенных перенапряжений).

Удаленные удары молний – это разряды в объекты, расположенные на значительном расстоянии от защищаемого, в провода воздушных линий среднего напряжения или вблизи от них, а также между облаками. Такие разряды действуют на электрооборудование зданий так же, как и наведенные перенапряжения.

На схеме (рис. 1) показано действие импульсных перенапряжений при прямых разрядах молний: падение напряжения на сопротивлении заземления 1; наведенные напряжения в контурах 3; разряд в систему внешней молниезащиты, технологический шкаф, кабель и др. 4. При удаленных ударах показаны: растекание тока молнии в земле 2; удар в провода воздушной линии среднего напряжения 5; импульсные перенапряжения, наводимые при разряде молнии между облаками 6.

Коммутации в электрических сетях (SEMP) возникают из-за отключения трансформаторов, дросселей, электродвигателей и других индуктивных нагрузок. Они также появляются во время образования и обрыва электрической дуги при работе электросварочных аппаратов, срабатывания предохранителей.

По энергетическим характеристикам импульсы

коммутационных перенапряжений идентичны наводкам от токов молний.

Характерные параметры импульсного тока молнии (амплитудное значение, скорость нарастания тока, заряд, удельная энергия) описываются при форме волны 10/350 мкс и приводятся в международных, европейских и национальных стандартах в качестве нормативных параметров для испытания элементов устройств защиты от прямых разрядов молний.

Энергия наведенных перенапряжений и результирующих импульсных токов существенно меньше, чем энергия, переносимая при прямом разряде молнии. Для описания таких импульсов используется форма волны 8/20 мкс. Поэтому компоненты и устройства для защиты от наводок испытывают токами с формой волны 8/20 мкс. Однако эти технические средства не предназначены для отведения токов прямых разрядов молний.

Для создания эффективной защиты обслуживающего персонала и оборудования от разрядов молнии используется зонная концепция молниезащиты. Она применяется ведущими европейскими разработчиками устройств защиты в соответствии со стандартом IEC 62305-4.

Суть зонной концепции молниезащиты в следующем. Здание делится на зоны, каждая из которых рассчитана на воздействие импульсных токов молний и перенапряжений, а также энергии электромагнитного

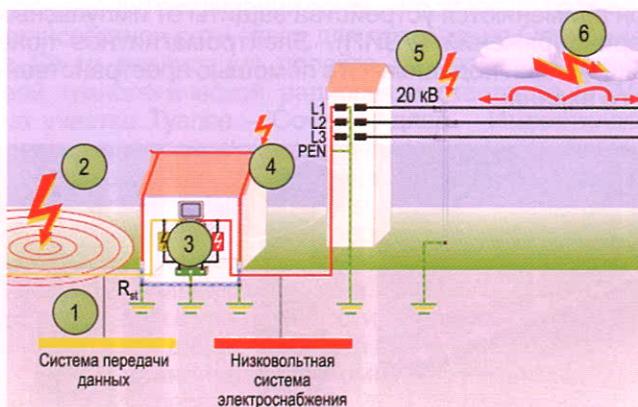


РИС. 1

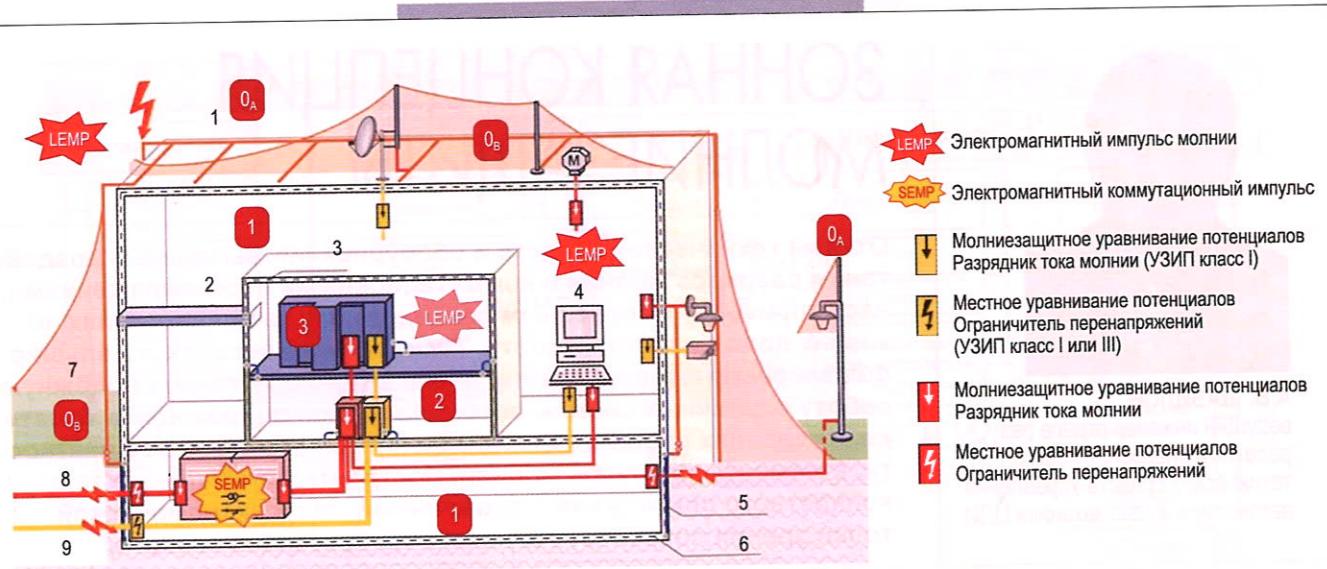


РИС. 2

поля определенного уровня. Такой подход позволяет выбрать оптимальные средства защиты, в частности, устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). При зонной концепции должна применяться комплексная система защиты.

На рис. 2 показан пример организации зонной концепции защиты объекта немецкой компании «DEHN SÖHNE». Она является одним из разработчиков систем грозозащиты различных объектов и технических систем, включая железнодорожные. В соответствии с концепцией здание разделено на несколько зон. На схеме приняты следующие обозначения: 1 – молниеприемник; 2 – вентиляция; 3 – экран помещения; 4 – оконечный прибор; 5 – фундаментный заземлитель; 6 – стальная арматура; 7 – токоотвод; 8 – низковольтная питающая сеть; 9 – система передачи данных.

При защите строительных конструкций с электрическими и электронными системами от электромагнитного поля тока молнии (LEMP) здание делится на следующие молниезащитные зоны МЗЗ:

O_A – воздействие прямых разрядов молний с максимальной амплитудой и энергией электромагнитного поля тока молнии. Защита отсутствует;

O_B – воздействие частичных токов молний и полной энергии электромагнитного поля тока молнии. Обеспечена защита от прямых разрядов молний;

1 – ограничение импульсных токов. На границах зон применяются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Электромагнитное поле тока молнии подавляется с помощью пространственного экрана;

2 – импульсные токи более ограничены по сравнению с зоной 1. На границах зон применяются УЗИП последующих ступеней. Электромагнитное поле тока молнии подавляется дополнительными экранами;

3 – жесткость электромагнитной обстановки не превышает уровень помех.

Согласно зонной концепции комплексная система молниезащиты включает в себя систему внешней молниезащиты – молниеприемники, токоотводы, заземлители (рис. 3), устройства для уравнивания потенциалов, экранирования помещений и защиты от импульсных перенапряжений питающих сетей и информационной техники.

При комплексной системе защитным устройством является конструкция самого здания. Из его арматуры создаётся так называемая сетка Фарадея, которая в свою очередь выводится на заземляющие устройства.

Устройства защиты от импульсных перенапряжений в зависимости от места установки и назначения делятся на разрядники тока молнии (УЗИП I класса), ограничители перенапряжений (УЗИП II и III классов) и комбинированные УЗИП.

Наиболее жесткие требования, касающиеся пропускной способности, предъявляются к УЗИП I класса и комбинированным. Они устанавливаются на границах между зонами O_A и 1, O_A и 2 соответственно.

Эти устройства должны неоднократно отводить частичные токи прямых разрядов молнии (с формой волны 10/350 мкс), предотвращая их воздействие на электрооборудование здания. На границах зон O_B и 1, 1 и 2, а также последующих зон устанавливают ограничители перенапряжений (УЗИП II или III классов). Назначение этих устройств – гашение энергии электромагнитного поля от соседних зон и ограничение импульсных перенапряжений.

Рассмотренный принцип молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений используется в системах электроснабжения и информационной технике. Как показывает опыт, применение зонной концепции молниезащиты существенно повышает надежность и долговечность систем современной инфраструктуры.



РИС. 3