

### **Лекция №38. Расчет молниезащитных устройств.**

Молния представляет собой электрический разряд длиной несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением.

Разряд молнии начинается с развития лидера – слабосветящегося канала с током в несколько сотен ампер. По направлению движения лидера от облака вниз или от наземного сооружения вверх молнии подразделяются на нисходящие и восходящие.

Лидер нисходящей молнии возникает под действием процессов между облаками, и его появление не зависит от наличия на поверхности земли каких-либо сооружений. По мере продвижения лидера к земле с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последним поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Развитие нисходящей молнии происходит следующим образом. После установления сквозного лидерного канала следует главная стадия разряда – быстрая нейтрализация зарядов лидера, сопровождающаяся ярким свечением и нарастанием тока до пиковых значений, варьирующихся от единиц до сотен килоампер. При этом происходит интенсивный разогрев канала (до десятков тысяч Кельвин) и его ударное расширение, воспринимаемое на слух как раскаты грома. Продолжительность вспышки составляет 0,2 с, а в редких случаях 1,0–1,5 с.

Заряд, переносимый в течение вспышки молнии, колеблется от единиц до сотен кулон. В большинстве случаев он имеет отрицательную полярность и примерно в 10 % случаев – положительную.

При расчетах молниезащиты сила тока при грозовом разряде принимается 100 кА, исходя из того, что этому условию соответствует 99 % поражений нисходящими молниями. Восходящие лидеры возбуждаются с высоких заземленных сооружений и с остроконечных элементов рельефа, у вершин которых электрическое поле во время грозы резко усиливается.

После того как лидер восходящей молнии достигнет грозового облака, начинается процесс разряда, сопровождающийся примерно в 80 % случаев токами отрицательной полярности. Переносимый заряд молнии может достигать до 40 кулон, а ток – до нескольких сотен ампер.

Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы:

- первичные, вызванные прямым ударом молнии;
- вторичные, индуцированные её разрядами или занесённые в объект протяжёнными металлическими коммуникациями.

Прямой удар молнии вызывает следующее воздействие на объект:

- электрические, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжения в несколько мегавольт на пораженных элементах, в том числе опасные напряжения шага и прикосновения, «перекрытия» на другие объекты;

– термические, связанные с резким выделением теплоты при прямом контакте канала молнии с содержимым объекта и при протекании через объект молнии. В 95 % случаев разрядов молнии эта энергия на два-три порядка превышает энергию воспламенения большинства газо-, паро- и пылевоздушных смесей, используемых в промышленности. Прямой контакт с каналом молнии может привести к проплавлению корпусов взрывоопасных установок и вызвать пожары и взрывы;

– механические, обусловленные мощной ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии. Это воздействие может быть причиной, например, сплющивания тонких металлических трубок и даже механических разрушений объектов. Вторичные проявления молнии связаны с действием на объект электромагнитного поля близких разрядов. Обычно это поле рассматривают в виде двух составляющих: первая обусловлена перемещением зарядов в лидере и канале молнии (электростатическая индукция), вторая – изменением тока молнии во времени (электромагнитная индукция).

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система (МЗС)) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС).

Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод – устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее её ток в землю.

Внешняя молниезащитная система (МЗС) может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие стержневые молниеотводы, (рис. 1) или отдельно стоящие тросовые молниеотводы (рис. 2), а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов), также может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью (в последнем случае они называются естественными молниеприемниками).