



DEHN + SÖHNE

Компания DEHN+SÖHNE предлагает вниманию проектировщиков цикл статей профессора Э.М. Базеляна. Эти публикации призваны помочь специалистам сориентироваться в современных проблемах молниезащиты.

Трудно назвать инженерную специальность, которая не была бы связана с молниезащитой. Строитель проектирует современное здание, беспокоясь о его прочности, ажурности конструкции, тепло- и звукоизоляции. От всего этого ему приходится отвлекаться на молниезащиту. Такое же положение и у авиаконструктора, специалиста по антенным системам или по скоростным железнодорожным поездам. Нормативные документы напоминают о молниезащите всем, и почти всем она представляется едва ли не помехой в основном деле.

Нужна ли молниезащита? А если нужна, как определить степень опасности молнии для создаваемого сооружения и наметить необходимый объем работ?

Вопросы, которые здесь сформулированы, отнюдь не риторические. Они возникли на встречах со специалистами фирмы DEHN+SÖHNE, которая вот уже почти 100 лет успешно выступает на международных рынках средств защиты от молнии, в т.ч. и в России. На первый взгляд проблема кажется надуманной. Есть ведь нормативные документы по молниезащите, и в них перечислено всё необходимое. Против этого трудно возразить. Документы, безусловно, есть. Они хорошо известны специалистам. Но в нормативных требованиях сосредоточена только основа основ. Они не могут охватить все технологические тонкости создания современных промышленных, офисных и жилых объектов. Поэтому проектировщик нередко отмахивается от молниезащиты, оставляя ее на потом. В результате средства молниезащиты приходится навешивать на уже готовое здание. Это почти всегда недешево и не слишком эффективно.

Чтобы уйти от столь неразумной практики, нужно научиться оценивать хотя бы в общих чертах последствия удара молнии, пользуясь для этой цели элементарными вычислительными средствами. Тогда многое станет ясным уже на стадии проектирования, что позволит возложить функции молниезащиты на конструктивные элементы сооружения.

Предлагаемый цикл статей рассчитан на человека, знакомого с общим курсом физики, но не изучавшим специально атмосферное электричество и высоковольтный разряд в газах. Предполагается общая техническая эрудиция, здравый смысл и наличие калькулятора для простейших вычислений.

Желаем успеха!

*Сергей Тикунов,
глава представительства
DEHN+SÖHNE в России*

Эдуард Базелян, д.т.н., профессор, зав. лабораторией молниезащиты ЭНИИ им. Г.М. Кржижановского, г. Москва

ПРАКТИКА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Частота прямых ударов молнии



Защита надстроек на кровле с помощью молниеприёмников

Задача проектировщика – предусмотреть надежную и целесообразную систему молниезащиты объекта. Чтобы определить необходимый и достаточный объем защитных мероприятий и устройств, ему необходимо не только учесть пожелания заказчика, но и составить собственное представление о потенциально возможном количестве прямых ударов молнии в защищаемое сооружение и об опасных воздействиях ее электромагнитного поля.

Ясно, что в первую очередь частота прямых ударов молнии зависит от частоты гроз в месте расположения объекта. Так, за полярным кругом гроз практически нет и о молниезащите там можно не беспокоиться, а в южных районах, например, в полосе субтропиков у Черного моря или в некоторых районах Сибири или Дальнего Востока, грозы – явление частое. Существуют карты интенсивности грозовой деятельности, на которых указана средняя продолжительность гроз в часах за год. Карты эти далеки от совершенства и мало надежны. Тем не менее они годятся для грубых оценок. Для средней части России речь может идти о 20–60 грозовых часах за год, что приблизительно эквивалентно $n_M = 2-4$ ударам молнии в год на 1 км^2 равнинной поверхности земли. Остается оценить, какая доля этих молний попадет в анализируемый объект.

Оценку можно произвести при помощи радиуса стягивания ($R_{ст}$). Опыт показывает, что объект высотой h в среднем притягивает к себе все молнии с расстояния вплоть до $R_{ст} \approx 3h$. Это и есть радиус стягивания. В плане надо провести линию, которая отстоит от внешнего периметра объекта на расстояние $R_{ст}$. Линия ограничит площадь стягивания ($S_{ст}$). Ее можно вычислить любыми методами

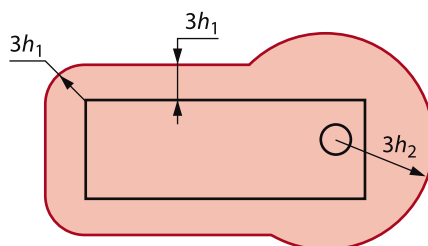


Рис. 1

**Площадь
стягивания
разновысотного
объекта**

(хоть по клеточкам на миллиметровке), а выраженное в квадратных километрах значение умножить на удельную плотность грозовых разрядов: $N_M = n_M S_{ст}$.

Столь приближенная оценка пригодна и для объектов сложной формы, отдельные фрагменты которых имеют принципиально различную высоту. Около каждого из фрагментов, исходя из их конкретной высоты, строится кривая, ограничивающая собственную площадь стягивания. Естественно, что частично они наложатся друг на друга. Во внимание должна быть принята только площадь, ограниченная внешней огибающей, как это показано на рис. 1. Она и определит ожидаемое число ударов молнии.

Два очевидных вывода из описанной методики оценки представляют практический интерес. Во-первых, число ударов молнии в сосредоточенный объект типа башни или опоры, у которого высота много больше других габаритных размеров, окажется пропорциональным квадрату его высоты, а у протяженных объектов (например, у линии электропередачи) – пропорциональным высоте только в первой степени. Другие по конфигурации объекты занимают промежуточное положение.

Во-вторых, при скоплении многих объектов на ограниченной территории, когда их площади стягивания частично накладываются друг на друга (городская застройка), число ударов молнии в каждый из объектов будет заметно меньше, чем на открытой местности. Возможна предельная ситуация, когда свободное пространство между объектами меньше их высоты. Тогда каждый из объектов практически будет собирать молнии только с площади своей крыши, а его высота перестанет играть хоть сколько-нибудь заметную роль. Всё это убедительно подтверждается опытом эксплуатации.

Есть еще одно обстоятельство, требующее некоторых пояснений. Предположим, оценивается число ударов в антенную мачту высотой 30 м. С хорошей точностью можно считать, что ее площадь стягивания представляет собой круг радиусом $R_{ст} \approx 3h = 90$ м и примерно равна $S_{ст} = 25\,000 \text{ м}^2 = 0,025 \text{ км}^2$. Если в месте размещения мачты удельная плотность разрядов молнии $n_M = 2$, то мачта ежегодно в среднем должна принимать на себя $N_M = 0,025 \times 2 = 0,05$ удара молнии. Полученный результат надо трактовать следующим образом: в среднем 1 удар молнии будет происходить через каждые $1 / N_M = 20$ лет эксплуатации. Естественно, нельзя предсказать, когда такое случится на самом деле: в течение первого года после постройки, десятого или, например, девятнадцатого. В этом отношении все годы статистически равноценны.

Стоит еще раз обратиться к рассмотренному примеру и постараться оценить степень опасности молнии. Так, если мачта обеспечивает мобильную связь в маленьком поселке, то с позиций владельцев мобильных телефонов, можно, наверное, мириться с перерывом в связи, который может произойти один раз за 20 лет эксплуатации. У самой же телефонной компании подход, скорее всего, будет принципиально иным. Она эксплуатирует, скажем, 100 антенных систем, и вряд ли фирму обрадует перспектива ежегодного ремонта в среднем $100 : 20 = 5$ антенных блоков. Как видите, законы больших чисел очень значимы в молниезащите.

Итак, число прямых ударов молнии оценено. Однако, само по себе оно ни о чем не говорит. На деле важна не частота молний, а прогноз в отношении аварийных ситуаций. Об этом мы поговорим в следующем номере журнала.

Техническую информацию, руководство по установке и монтажу молниезащиты, каталоги и печатные материалы по продукции DEHN+SÖHNE можно получить в представительстве компании в России.

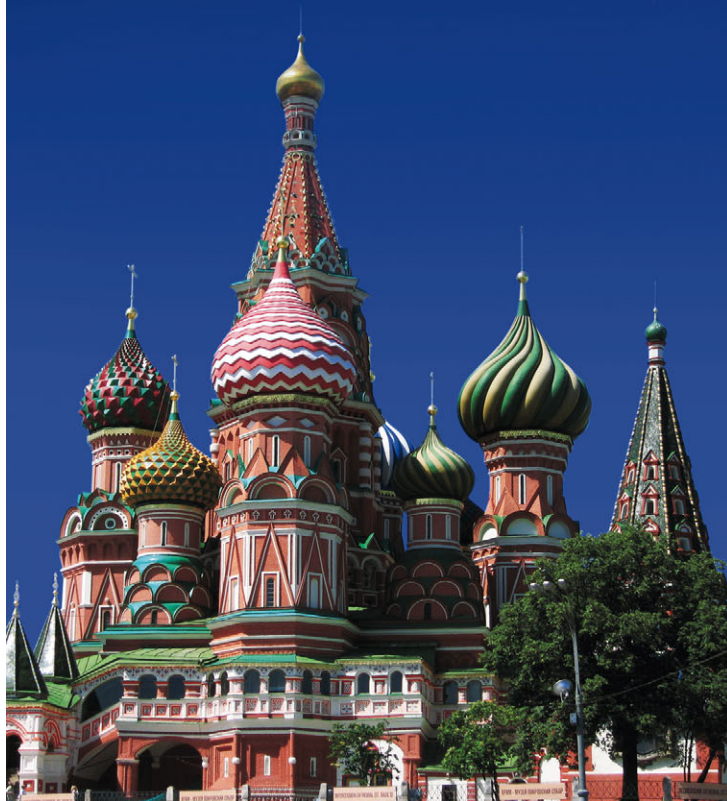
1910 2010 100



DEHN + SÖHNE

2010 год
Храм Василия Блаженного
Красная площадь, Москва

Под защитой
DEHN...



Внешняя молниезащита
зданий и сооружений

- Широкий выбор компонентов для создания систем молниезащиты на кровлях различных типов
- Защита антенн и других инженерных сооружений на кровлях от прямых ударов молний
- Защита от импульсных перенапряжений
- Электрозащитные средства

DEHN + SÖHNE

Представительство в России
109316, Москва, Волгоградский пр., 47, оф. 335
Тел./факс: (495) 663-35-73, 663-31-22
info@dehn-ru.com, www.dehn-ru.com