

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРОЗОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ

к.т.н. А.И. Акимов, к.т.н. Ю.А. Акимова
(представил д.т.н., проф. Б.Т. Кононов)

В статье предлагается для повышения эффективности грозозащиты зданий и сооружений первой категории увеличить сечение заземления их молниеотводов.

Известно, что необходимым условием надежной защиты объекта от прямых ударов молнии является хорошее заземление молниеотвода. Чем меньше сопротивление заземления, тем ниже величина грозовых перенапряжений, воздействующих на изоляцию [1, 2, 4, 5].

Из всех элементов заземлителя в наиболее тяжелых условиях работает металлический спуск, соединяющий молниеприемник с электродом, находящимся в контакте с землей, поскольку на нем создается потенциал, зависящий не только от активного сопротивления спуска, но и от его индуктивности, а также крутизны нарастания тока молнии [3].

Максимальный потенциал на спуске при ударе молнии составляет

$$U_{\max} = I_M R_{\Pi} + aL, \quad (1)$$

где I_M – ток молнии;

R_{Π} – импульсное сопротивление заземлителя;

a – средняя скорость (крутизна) нарастания тока молнии;

L – индуктивность токоотвода, выражаемая через произведение погонной индуктивности L_0 на его длину l :

$$L = L_0 l.$$

Этот потенциал может представлять опасность с точки зрения возможности перекрытия волной напряжения промежутка между спуском и защищаемым объектом (т.н. вторичные воздействия тока молнии). Поэтому необходимо принимать меры по его уменьшению. Наиболее доступным мероприятием в этом плане может служить выполнение металлического спуска бóльшим сечением, т.е. уменьшение сопротивления спуска (и в целом заземлителя).

С другой стороны, при протекании тока молнии по металлическому спуску он может нагреться и даже расплавиться.

Действительно, если пренебречь отдачей тепла наружу и изменением сопротивления спуска при нагреве, можно записать

$$0,24R \int_0^{\infty} i_M^2(t) dt = 0,24 \frac{\rho l}{F} \int_0^{\infty} i_M^2(t) dt = gF/C\Theta, \quad (2)$$

где R – сопротивление спуска;

$i_M(t)$ – мгновенное значение импульсного тока молнии;

F – сечение спуска;

l – длина спуска;

C – теплоемкость материала спуска;

ρ – удельное сопротивление;

g – плотность материала проводника;

Θ – температура перегрева спуска.

Принимая во внимание только «хвостовую» часть волны тока молнии, описываемую уравнением

$$i_M(t) = I_M e^{-t/\Gamma}, \quad (3)$$

где $\Gamma = \frac{\tau_B}{0,7}$;

τ_B – длина волны тока молнии;

I_M – амплитуда тока молнии,

будем иметь

$$0,24 \frac{\rho l}{F} \int_0^{\infty} I_M^2 e^{-2t/\Gamma} dt = gF/C\Theta. \quad (4)$$

Отсюда

$$I_M^2 \frac{\tau_B}{1,4} = \frac{gF^2 C \Theta}{0,24 \rho}.$$

Температура перегрева спуска составит

$$\Theta = \frac{0,17 I_M^2 \rho \tau_B}{gF^2 C}. \quad (5)$$

Расчеты показывают, что уже при $I_M = 150$ кА и $\tau_B = 100$ мкс стальной проводник сечением 25 мм^2 будет перегреваться на 220° . В этом примере взяты далеко не предельные значения параметров, характерных для практики, например, руководящие документы по грозозащите рекомендуют брать амплитуду тока молнии $I_M = 200$ кА.

В реальных условиях имеет место коррозия заземлителя, в том числе и металлического спуска, что приводит к снижению его сечения, а, следовательно, к увеличению температуры перегрева. Причем тем-

пература перегрева спуска обратно пропорциональна квадрату его сечения (5).

Следовательно, при некоторой комбинации реальных условий работы заземлителя при воздействии грозových перенапряжений вполне возможно его расплавление. В этом случае грозозащита объектов становится неэффективной.

Рассмотренный процесс нагрева и плавления спуска при протекании тока молнии позволяет обосновать требования к устройствам заземления молниеотводов объектов первой категории. Главным из них является требование увеличения сечения заземления молниеотводов.

Удовлетворение этого требования позволит, во-первых, уменьшить вторичные воздействия тока молнии, во-вторых, сохранить в работе металлический спуск заземлителя.

Таким образом, увеличение сечения металлического спуска заземлителей молниеотводов позволяет в целом повысить эффективность грозозащиты зданий и сооружений первой категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Техника высоких напряжений / Под общ. ред. Д.В. Разевига. – М.: Энергия, 1976. – 488 с.*
2. *Техника высоких напряжений / Под ред. М.В. Костенко. – М.: Высш. школа, 1973. – 528 с.*
3. *Акимов А.И., Акимова Ю.А. Определение удельного числа грозových отключений воздушно-кабельных линий // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 2(12). – С. 91 - 93.*
4. *Иерусалимов М.Е., Орлов Н.Н. Техника высоких напряжений / Под общ. ред. М.Е. Иерусалимова. – К.: Изд - во КГУ, 1967. – 444 с.*
5. *Долгинов А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике. – М.: Энергия, 1968. – 464 с.*

Поступила 05.04.2002

АКИМОВ Александр Иванович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры Харьковского военного университета. В 1969 году окончил Харьковское ВКИУ. Область научных интересов – техника высоких напряжений.

АКИМОВА Юлия Александровна, канд. техн. наук, доцент кафедры Харьковского военного университета. В 1996 году окончила механико-математический факультет Харьковского государственного университета. Область научных интересов – оптимизация информационных систем.
