

УДК 621.316.98/99

МОЛНИЕЗАЩИТА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Власов А. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Гапанюк С. Г.

Среднегодовая грозовая деятельность на территории Республики Беларусь составляет 40 – 60 часов в год. При недостаточной защите объектов молния может принести ощутимый ущерб как для зданий (при прямом ударе молнии), так и для различных коммуникаций (прямой удар молнии или индуцированные перенапряжения). В связи с этим возникает потребность определения необходимости установки элементов молниезащиты и заземления с точки зрения экономичности и надежности. Экономичность установки системы молниезащиты определяется сравнением суммы стоимости остаточного убытка при наличии мер защиты и стоимости мер молниезащиты с одной стороны и стоимости общего ущерба без мер молниезащиты CL с другой стороны:

$$CRL + CPM < CL \quad (1)$$

где CRL - стоимость остаточного убытка при наличии мер защиты;

CPM - стоимость мер молниезащиты;

CL - стоимость общего ущерба без мер молниезащиты.

Если неравенство (1) является верным, то установка элементов молниезащиты экономически целесообразна. В противном случае с экономической точки зрения выгоднее исправить последствия воздействия молнии, чем устанавливать систему молниезащиты. Однако кроме экономичности при определении необходимости установки системы молниезащиты должен учитываться фактор надежности. Для конкретных сооружений и коммуникаций при ударе молнии существует вероятность угрозы для жизни людей (например, коммуникации, ведущие в работающие шахты). Индуцированные перенапряжения помимо экономического ущерба также могут привести к угрозе для жизни людей.

После определения необходимости установки системы молниезащиты необходимо определиться с конструктивным устройством. В данном вопросе в настоящее время существует множество вариантов, из которых можно выбрать подходящий для конкретного объекта защиты. При этом уделяется особое внимание:

1) Месту установки молниеприемников. Они могут устанавливаться непосредственно на сооружение или быть отдельно стоящими. Выбор места установки зависит от многих факторов, в том числе от плотности застройки и технико-экономических показателей.

2) Типу молниеприемников, заземлителей и средств защиты от индуцированных перенапряжений. Молниеприемники могут выполняться в виде системы стержневых или тросовых молниеотводов. Также существует вариант монтажа молниеприемной сетки с определенным в ТКП 336-2011 размером ячейки. Расположение заземлителей подразделяется на расположение типа А и типа В. Расположение типа А включает системы горизонтальных и вертикальных электродов, расположенных за пределами здания или сооружения. Расположение типа В предусматривает либо кольцевой проводник за пределами здания или сооружения, либо заземляющий электрод в фундаменте. В качестве средств защиты от индуцированных перенапряжений в настоящее время в сетях напряжением выше 1 кВ повсеместно применяются ограничители перенапряжения взамен устаревшим вентильным разрядникам, а в сетях напряжением 380/220 В рекомендуется установка устройств защиты от импульсных перенапряжений 3 ступеней защиты. Необходимость установки также опеределается технико-экономическими расчетами

3) Материалу изготовления системы молниезащиты и заземления. Здесь важнейшими факторами являются коррозионная стойкость, экономичность, способность отвода тока молнии в землю. Для элементов молниезащиты чаще всего используется оцинкованная сталь, также есть возможность установки элементов из нержавеющей стали, однако это значительно удорожает всю систему. Для молниеприемников, как правило, используется активный металл (чаще всего алюминий) либо комбинация активного металла со сталью для упрочнения конструкции. В качестве материала заземлителей возможно применение нержавеющей стали, а также омедненной и оцинкованной стали. ТКП 336-2011 напрямую не запрещает применение непокрытой «черной» стали, однако если учитывать, что ТКП 336-2011 ссылается на международный стандарт IEC 62305, то использование стали без покрытия недопустимо.

4) Способу соединения элементов. Здесь есть вариант сварки элементов либо закрепления болтовыми соединениями. Также при соединении стержней заземления существует технология забивки заостренного конца одного стержня в паз другого, что, впрочем, не обеспечивает полностью необходимого контакта и, как следствие, ухудшение отвода тока в землю.

После выбора конструктивного исполнения системы молниезащиты и заземления производится расчет на предмет определения мест установки и необходимого количества молниеприемников, а также определения необходимого сопротивления системы заземления. Для выбора оптимального количества и места установки молниеприемников используются следующие методы:

1) Электрогеометрический метод или метод катящейся сферы.

Данный метод основан на определении зоны молниезащиты по имеющимся в ТКП 336-2011 радиусам катящихся сфер, различных для конкретных классов молниезащиты. Суть метода заключена в «обкатывании» на чертеже объекта сферой заданного радиуса. Если в каком-либо месте сфера касается объекта, то необходимо изменять высоту, количество или местоположение молниеотводов. В случае правильной корректировки сфера будет соприкасаться только с элементами системы молниезащиты. К достоинствам данного метода стоит отнести его универсальность и способность построения зоны молниезащиты для любого объекта. К недостаткам метода можно отнести следующее:

- при высоте молниеотвода, во много раз меньшей диаметра катящейся сферы, зона молниезащиты получается избыточной, что может привести к недостаточному охвату зоной защиты всего здания и, как следствие, возможности повреждения сооружения и угрозе человеческой жизни;

- при высоте молниеотвода, большей диаметра катящейся сферы, зона молниезащиты выходит заниженной, что приводит к излишнему расходу материала, однако не приводит к повышению опасности поражения здания или сооружения ударом молнии;

- при обкатывании системы молниезащиты, состоящей из двух и более молниеотводов, не учитывается их взаимное влияние, что также занижает зону молниезащиты и ведет к возможному перерасходу материала.

Поскольку основным критерием при сооружении системы молниезащиты является ее надежность, то при сооружении невысоких молниеотводов следует проверять данный метод другими методами построения зоны защиты.

2) Метод защитного угла.

Метод защитного угла основан на полученных практическим и теоретическим путем зависимостях высоты молниеотвода и класса молниезащиты от угла между молниеотводом и прямой, соединяющей вершину молниеотвода с любой точкой на границе зоны защиты на уровне земли. Защитный угол определяется по графику [рис. 7.1 ТКП 336-2011]. Зона защиты на определенной высоте может определяться графическим методом. К достоинствам можно отнести достаточную точность определения зоны защиты для одиночных или двойных молниеотводов. Недостатками являются сложность применения метода для многократных молниеотводов и сооружений сложной формы.

3) Метод сетки.

Данный метод заключен в построении по всему периметру сооружения сетки из металлических проводников с шириной ячейки, соответствующей определенному классу молниезащиты. Особое внимание при использовании метода сетки следует уделить допустимым расстояниям между проводниками и легковоспламеняющейся кровлей, указанным в ТКП 336-2011. В современных условиях часто молниеприемная сетка закладывается по стенам здания под штукатуркой на фазе строительства.

Метод, основанный на вышеуказанных методах и практических исследованиях, выраженный в количественных соотношениях между габаритами молниеприемника и его зоной защиты. Все соотношения выражены в таблицах 10.1-10.4 ТКП 336-2011

Литература

1. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций = Маланкахова будынкаў, збудаванняў і інжынерных камунікацый: ТКП 336-2011. – Введ. 12.08.11 (с отменой на территории РБ РД 34.21.122–87). – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2011. – 187 с.

2. Защита от атмосферного электричества. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность – Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard IEC 62305–3:2006.

3. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний – Электраўстаноўкі на напружанне да 750 кВ. Лініі электраперадачы паветраныя і токаправоды, прылады размеркавальныя і трансфарматарныя падстанцыі, устаноўкі электрасілавыя і акумулятарныя, электраўстаноўкі жылых і грамадскіх будынкаў. Правілы ўстройства і ахоўныя меры электрабяспекі. Улік электраэнергіі. Нормы прыёма-здатачных выпрабаванняў: ТКП 339-2011 (02230). – Введ. 23.08.2011 (перездан в феврале 2014 г.). – Минск: Минэнерго, 2014. – 597 с.