

АССОЦИАЦИЯ «РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ» ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР № 25/2009 «ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ МОЛНИЕОТВОДОВ»

Ассоциация «Росэлектромонтаж» выпустила циркуляр, уточняющий требования действующих инструкций по молниезащите в части расчета эффективности молниеотводов.

Кроме самого документа, одобренного Ростехнадзором, публикуется комментарий к нему, подготовленный ведущими российскими специалистами в области молниезащиты.

В настоящее время при подготовке исходных данных и при разработке защитных мероприятий по молниезащите проектные организации используют «Инструкцию по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87 и «Инструкцию по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003.

Порядок совместного использования указанных документов определен Ростехнадзором (письмо от 01.12.2004 №10-03-04/182). Справочные пособия к СО 153-34.21.122-2003 (отраслевые инструкции) не разрабатываются из-за отсутствия финансирования со стороны хозяйствующих субъектов.

Правила построения зон защиты, отраженные в указанных документах, разработаны только для одиночных и двойных тросовых и стержневых молниеотводов высотой до 150 м. В РД 34.21.122-87 имеются также указания по построению зоны защиты для частного применения многократного стержневого равновысокого молниеотвода.

Выбор зон защиты в соответствии с положениями выше-указанных документов приводит к завышению капитальных затрат, поскольку использованные методики дают зоны защиты без учета формы объекта и защищаемая зона оказывается незаполненной.

Указанные методики не позволяют проводить построение зон защиты при использовании сочетаний искусственных и естественных молниеприемников разной высоты и конфигурации, что приводит к невозможности оптимального построения зон защиты зданий и сооружений сложной формы, имеющих разновысокие крыши, выступающие шпили, башни, переменную геометрию, зданий высотой более 150 м, а также комплексов зданий.

Разработчиком РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003 – ОАО «Энергетический институт им. Кржижановского» (ОАО «ЭНИН») в развитие указанных документов разработано специализированное программное обеспечение для расчета эффективности защитного действия молниеотводов – «Программа расчета эффективности стержневых и тросовых молниеотводов статистическим методом», позволяющая оценивать защитное действие молниеотводов для объекта произвольной формы. Программа позволяет учитывать наличие конструктивных элементов объекта, выполняющих функцию естественных молниеприемников и молниеотводов.

Программа не имеет принципиальных ограничений по числу, высоте и конструкции молниеотводов для объектов высотой до 500 м. Программа прошла в установленном порядке апробацию для объектов различной высоты, формы и конфигурации.

Кроме указанного программного продукта, на российском рынке имеются программные продукты, представленные иностранными фирмами, в основе которых лежат установленные международными стандартами методы молниезащиты, например, «метод катящейся сферы». Все указанные программные продукты имеют ограничения по применению и применимы, как правило, к зданиям и сооружениям высотой до 60 м.

Представленные на российском рынке средства активной молниезащиты не имеют подтверждения эффективности их использования в соответствии с российскими и международными нормами.

При проектировании системы внешней молниезащиты объектов рекомендуется руководствоваться следующим:

1. «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87 и «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003 могут непосредственно использоваться при проектировании молниезащиты зданий простой геометрической формы.

В остальных случаях указания инструкций рекомендуется использовать для предварительной оценки эффективности молниезащиты. Примечание. Методика расчета замкнутого прямоугольного молниезащитного троса, см. п. 3.3.2.5 СО 153-34.21.122-2003, применима для объектов высотой не более 30 м.

2. Для оптимального построения зон защиты зданий и сооружений сложной формы, имеющих разновысокие крыши, выступающие шпили, башни, переменную геометрию, зданий высотой более 150 м, комплексов зданий и других сложных объектов следует использовать соответствующие программные продукты, например, «Программу расчета эффективности стержневых и тросовых молниеотводов статистическим методом», разработанную ОАО «ЭНИН».

3. При использовании программных продуктов, представленных иными фирмами, необходимо подтверждение их применимости на территории Российской Федерации (экспертиза), одобренное Ростехнадзором РФ.

4. Применение средств активной молниезащиты допускается только при нормативном подтверждении возможности их использования на территории Российской Федерации, принятом в установленном порядке.

КОММЕНТАРИЙ РАЗРАБОТЧИКОВ ОЦЕНКА И ВЫБОР МОЛНИЕОТВОДОВ

Эдуард Базелян, д.т.н., профессор, зав. лабораторией молниезащиты ОАО «ЭНИН»
Игорь Корягин, генеральный директор ООО «АМНИС»
г. Москва

«Зоны защиты молниеотводов – это очень просто и удобно» – скажет проектировщик со стажем. Действительно, чтобы построить границу зоны, достаточно вычислить всего два-три параметра по элементарным формулам. Объект, целиком размещенный внутри ограниченного объема, считается защищенным от прямых ударов молнии с надежностью не меньше той, что приписывается зоне.

Казалось, можно лишь сожалеть, что правила построения зон защиты созданы в нормативных документах только для одиночных и двойных стержневых или тросовых молниеотводов. Для многократных молниеотводов (несколько стержней и тросов) простых расчетных формул не существует. Их нет даже для простейшей комбинации тросового и стержневого молниеотвода, которая часто встречается на практике. Это первый, но далеко не главный недостаток проектирования по зонам защиты.

ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА ОТНОСИТЕЛЬНО ЗОНЫ

Разместив защищаемый объект внутри объема зоны, проектировщик не может сказать, какая надежность защиты реально обеспечена. Та, что приписана зоне, фактически соответствует предельной ситуации, когда объект целиком заполняет собой всё внутреннее пространство. В практике проектирования такое встречается редко. Поэтому на деле надежность защиты может оказаться выше предполагаемой, иногда на порядок. Легко оценить, с какими неоправданными материальными затратами это связано.

Другая вполне реальная ситуация – объект частично выходит за пределы зоны защиты. Значит ли это, что его нельзя считать защищенным? В рамках использования зон защиты ответа на вопрос не существует. Судьба объекта прогнозируется только в том случае, когда он целиком размещен внутри зоны. Для других оценок нет исходных данных.

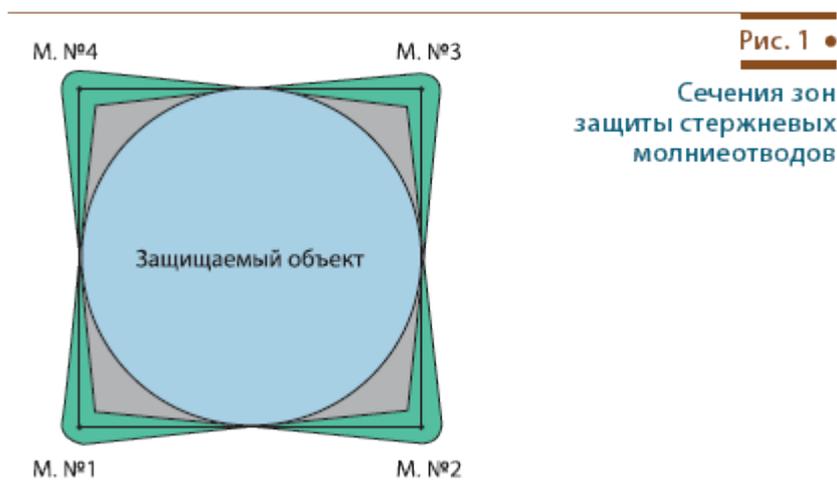
В реальности объект, частично не разместившийся в объеме зоны, тем не менее может быть защищен даже с большей надежностью, чем эта зона гарантирует. У человека, знакомого с математикой, такое утверждение особого недоумения не вызовет. Он вспомнит, что единственный количественный параметр – надежность защиты не в состоянии однозначно определить границу какой-то произвольной поверхности, а потому заданной надежности защиты может соответствовать множество различных по форме поверхностей, которые ограничат разные объемы. Для зон защиты в нормативных документах из этого множества поверхностей выбрана одна, причем исключительно по соображениям простоты построения и удобства пользования.

Если не детализировать теорию и вытекающие из нее методологические проблемы, останется главное: проектирование молниезащиты по зонам защиты практически почти всегда будет избыточным. Найденная высота молниеотводов может заметно превышать ту, что способна обеспечить нужную надежность защиты.

Другим, еще более значимым источником неоправданных материальных затрат становится крайне ограниченный набор молниеотводов. Проектировщик, работающий по зонам защиты, может рассчитывать только на использование одиночных и двойных молниеотводов, да и то однотипных. Вместе с тем из теории известно, что надежность защиты очень резко возрастает при коллективном действии многих молниеотводов, когда каждый из них «ответственен» за свой собственный защитный сектор и перехватывает те молнии, которые в нем появляются.

Характерным примером может служить система из 4-х стержневых молниеотводов высотой по 40 м, которые расположены в вершинах квадрата со стороной 100 м.

На рис. 1 показано, как выглядят их зоны защиты с надежностью $P = 0,99$ при попарном построении на высоте 27,5 м, где находится крыша цилиндрического резервуара диаметром 100 м. Если судить по зонам, защищаемое пространство очень незначительное. На деле оно несопоставимо больше. Во всяком случае крыша цилиндрического объекта (выделена более темным цветом) целиком защищена с той же надежностью 0,99, хотя вся она размещена вне зон защиты попарно рассмотренных молниеотводов.



Технический циркуляр № 25/2009 призван обратить внимание проектировщиков на экономическую целесообразность проектирования внешней молниезащиты непосредственно по допустимой вероятности прорыва молнии, избегая использования зон защиты.

ВЕРОЯТНОСТЬ ПРОРЫВА МОЛНИИ

Для определения ожидаемой вероятности прорыва молнии к защищаемому объекту в РФ широко применяется статистическая методика, созданная в ЭНИИ им. Г.М. Кржижановского на основании многолетних экспериментальных и теоретических исследований ориентировки длинной искры и молнии. Ее научные основы и алгоритм детально рассмотрены в научной печати [1, 2]. Известны разные модификации компьютерных программ, реализующих статистическую методику.

Они позволяют рассматривать защитное действие произвольной системы тросовых и стержневых молниеотводов в отношении объекта практически любых размеров и конфигурации.

Важно отметить, что программы не предназначены для построения зон защиты рассматриваемой совокупности молниеотводов. Более того, само понятие защитной зоны лишается практического смысла в сложной системе наземных сооружений. Итогом компьютерного расчета является конкретное значение ожидаемого числа ударов молнии в объект (или в его конкретный фрагмент), на основе которого устанавливается реальная надежность защиты и вероятность прорыва молнии.

Именно по такой программе, впервые созданной в ЭНИИ, были выполнены серии расчетов, результаты которых послужили исходными данными для построения зон защиты в отечественных нормативных документах. Наш опыт конкретных разработок внешней молниезащиты различных промышленных и гражданских объектов подтвердил эффективность программы, надежность и техникоэкономическую целесообразность решений, разработанных с ее помощью. Она в равной степени может быть использована для сосредоточенных и протяженных объектов. При необходимости в рамках программы может быть учтен рельеф местности, защитные действия соседних сооружений, исполняющих функции естественных молниеотводов. В отношении их, равно как и в отношении защищаемых объектов, формально нет никаких ограничений по высоте.

Тем не менее следует иметь в виду, что само понятие притяжения молнии к наземному сооружению имеет смысл только в отношении нисходящих молний, которые направляются к земле,

стартовал в объеме грозового облака. В равнинной местности при высоте объектов в 200 м и более от их вершины возбуждаются так называемые восходящие молнии, устремляющиеся вверх к грозовому облаку. Их поведение принципиально не описывается обсуждаемой программой. В этой связи программа без каких-либо ограничений может применяться в равнинной местности для объектов высотой вплоть до 150 м (сказанное в равной степени относится и к зонам защиты). В горных районах или для более высотных объектов нужно сначала выделить долю нисходящих молний и применить компьютерную программу только к ним, положив, что все восходящие молнии будут стартовать исключительно от наиболее высокой точки системы наземных сооружений.

ВЫВОДЫ

Еще раз отметим, что программные средства никак не дискредитируют расчеты по зонам защиты, представленным в нормативных документах. Они удобны для качественных оценок и выбора молниеотводов относительно простых объектов небольшой высоты, где задача решается элементарным набором молниеотводов относительно малой стоимости, монтаж которых не создает особых технических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базелян Э.М., Горин Б.Н., Левитов В.И. Физические основы молниезащиты. М.: Гидрометеоиздат, 1978.
2. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит, 2001.