

УДК 621.316.98

Активная молниезащита: принцип действия, анализ эффективности по сравнению с пассивной молниезащитой

Власов А. А.

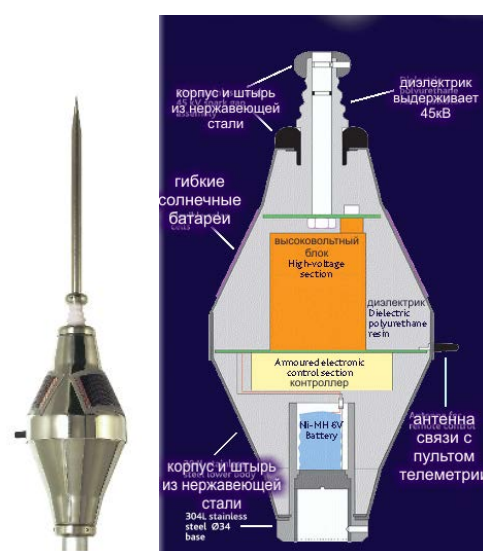
Научный руководитель – ст. препод. МЫШКОВЕЦ Е. В.

Главное отличие активной молниезащиты (АМЗ) от традиционных молниезащитных устройств заключается в наличии активного молниеприемника, который реагирует на рост напряженности электромагнитного поля, возникающий при приближении грозового фронта. На данный момент в мире существуют 3 варианта активной молниезащиты: ESE, CTS и DAS.

Принцип работы ESE молниеприемников основывается на использовании упреждающей стримерной эмиссии. Основой такого молниеприемника является активная головка с электронным блоком (ранее использовалась радиоизотопная головка), который в предгрозовой период за доли секунды до разряда молнии вырабатывает высокочастотные импульсы. В результате этого на молниеприемнике головки молниеотвода возникает коронный разряд, образующий встречный ионизирующий канал для разряда молнии на молниеотвод. Этот ионизированный канал увеличивает эффективную высоту молниеприемника и многократно расширяет его защитную зону. Несмотря на несколько вариаций активных головок молниеприемников от различных производителей, их предполагаемый принцип работы аналогичен.



фирма FOREND



фирма Duval-Messien



Фирма Galactive



Фирма Indelec

Рисунок 1 – ESE Молниеприемники

Принцип работы предлагаемых CTS (Charge Transfer System) молниеотводов заключается на снятии электрического поля высокого напряжения у поверхности земли во время формирования грозы для предупреждения условий, способствующих образованию молнии. Сама идея молниеотвода, основанного на физическом явлении деионизации далеко не нова. Подобные системы эффективно применялись еще в первой половине прошлого столетия, но не получили широкого распространения из-за несовершенства технологий и научно-технической базы. Более современным вариантом системы CTS является запатентованный молниеотвод-деионизатор электростатического заряда PDCE (Pararrayos Desionizadores de Carga Electrostática).

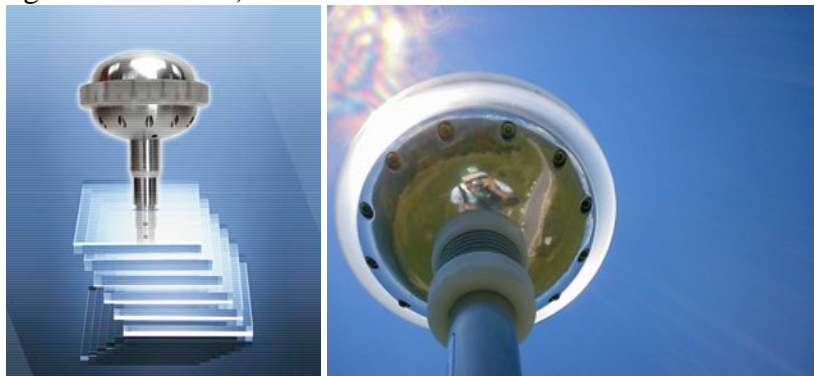


Рисунок 2 – PCDE молниеприемник

Работа системы DAS основана на явлении развития короны от резко выступающих конструкций, находящихся в сильном электрическом поле грозового облака (далее будем называть эти конструкции приемниками). После зарождения, эта корона ионизирует воздух вокруг себя, обеспечивая тем самым свой рост, и при достижении критической скорости роста, она переходит в стримерную форму, чем инициирует выработку лидера навстречу облаку. Чтобы этого избежать, необходимо распределить энергию электрического поля грозового облака по как можно большему количеству близко расположенных друг к другу приемников. В этом случае все приемники одновременно ионизируют воздух, рост каждой отдельно взятой короны ничтожно мал и переход ее в стримерную форму становится невозможен. Ключевым моментом этих систем является то, что они не нейтрализуют, а лишь минимизируют воздействие молнии. Dissipation Array System представляет из себя металлическую полусферическую конструкцию типа «зонтик», на которой распределены 5000-10000 тысяч металлических игл высотой около 10 см, каждая из игл ионизирует воздух в пространстве над «зонтиком», сводя к минимуму возможность формирования с него встречного лидера. Таким образом, DAS не перехватывает разряд молнии, а именно препятствует его возникновению. В результате защищаемый объект не испытывает ни первичных, ни вторичных последствий удара молнии.



Рисунок 3 – DAS молниеприемники

На данный момент применение систем активной молниезащиты регламентируется следующими нормативными документами:

- NF C 17-102 (Франция)
- IMRA 2426 (Аргентина)
- MKS N.B4 810 (Македония)
- NP 4426 (Португалия)
- I-20 (Румыния)

- JUS N.B4.810 (Сербия)
- STN 34 1391 (Словакия)

- UNE 21186 (Испания)

–STR 2.01.06:2009 (Литва) (стандарт полностью переработан, теперь активная молниезащита позиционируется как крайняя мера, если невозможно сделать молниезащиту обычными средствами)

–ТГН 34.210-301-2008 (Территориальные градостроительные нормы Свердловской области)

Многочисленные варианты конструкций для активной молниезащиты имеют одно похожее свойство: технические характеристики, дающиеся производителем, крайне немногочисленны и многого не объясняют. Особенно это касается уровня защитной способности устройства.

В лучшем случае, продавцы или производители активных молниеприёмников смогут предоставить сертификат, свидетельствующий о том, что данная конструкция способна выдержать импульсный ток предельной амплитуды от разряда молнии. Однако вам вряд ли удастся увидеть документ подтверждения, тем более, указания данных о проведении экспериментального тестирования активного молниеприёмника на предмет характера его защиты и зоны её распространения с информированием о конкретной надёжности.

К примеру, рассмотрим, какие параметры указывают производители активных молниеприёмников, для того, чтобы зарегистрировать и сертифицировать конструкцию на территории французского государства. Для этого им необходимо внести информацию о следующих видах испытаний:

Тест на то, что при импульсном токе 10/350 мкс с амплитудой 100 кА повреждения не возникнут.

Исследование ЭМС, если конструкцией предусматриваются электроблоки.

Тестирование на то, что устройство не подвергнется коррозии, оказавшись в сернистой среде или солевом тумане.

Тестирование на существование упреждения формирования стримерной вспышки.

Из всех этих тестов только последний пункт более или менее оценивает уровень защиты активного молниеприёмника. Остальные скорее говорят о его прочности и долговечности. Тестовый эксперимент проводится в следующей последовательности: два молниеотвода, длиной свыше 2 метров, размещаются в промежутке плоскость-плоскость. При этом один из них является типовым (принимается за эталон), другой является активным молниеприёмником, который подлежит тестированию. Между ними создаётся постоянное электрополе (от 20 до 25 кВт), после чего производится наложение импульса высокого напряжения (250/2500 мкс).

Во время испытаний осуществляется регистрация моментов старта ветвей встречного разряда от верхних пиков молниеприёмников. Если от активного электрода момент старта фиксируется с опережением порядка 10 мкс, такая активная молниезащита считается пригодной для использования. Но здесь возникает двоякое толкование результатов эксперимента:

Нет точной уверенности, что при таком тестировании проводится фиксация именно стримерной вспышки, а не жизнеспособного встречного лидера. Во время теста не берутся в расчёт оптические регистрации. Кроме того, определение момента старта встречного разряда

происходит по деформации фронта импульса приложенного напряжения. Такой подход не соответствует современным критериям тестирования.

Довольно часто на практике встречный лидер не возникает от старта стримерной вспышки. Чтобы это случилось, необходимо наличие определённого вклада в её стембель.

Если всё же встречный лидер зародился, он может и не быть жизнеспособным. Он может перестать развиваться в слое объёмного разряда короны. Молния перехвачена не будет. Это подтверждается и в лабораторных исследованиях, и в практических примерах.

Ещё одним немаловажным недочётом такого тестирования является несоответствие масштаба модели, которую испытывают, и практического оригинала. В связи с этим утверждение об эффективности устройства может быть ошибочным. В отношении активного молниеприёмника это наиболее актуально по причине того, что при моделировании величина электродов и разрядного промежутка становится меньше и это при штатной накопительной ёмкости внутреннего импульсного источника, которая не меняется.

Была попытка внести «активную» молниезащиту в нормативные документы по молниезащите США. Критический отзыв 2002 года, в разработке которого принял участие ведущий специалист по молниезащите в Российской Федерации, Базелян Эдуард Меерович, показал неэффективность этих устройств. В результате чего «активная» молниезащита в США запрещена.

Как итог можно заключить, что использование ESE-молниеотводов вместо традиционных аналогичной высоты не может привести к расширению зоны защиты.

Аналогичные результаты были получены из сравнительного опыта эксплуатации ESE и обычных молниеотводов специалистами университета Нью-Мехико. Они не выявили никаких преимуществ «активных» молниеотводов. Научная сессия IEEE в 2003 г в Торонто подвела итог дискуссии по активным молниеотводам. Аргументов в их пользу специалисты не увидели.

В Европейских нормативах по молниезащите (IEC - МЭК), как и в Белорусских, нет определения - «активный» молниеприёмник, за исключением только Французского норматива NF C 17-102, который противоречит нормативам МЭК. О недопустимости принятия нормативного документа с указанием к использованию «активной» молниезащиты говорится в обращениях научного сообщества 2010 г и 2012 г в организацию CENELEC (Французская электротехническая комиссия).

В 2004 и 2006 годах появляются статьи с фотографиями, на которых отчетливо видно, что объекты, оборудованные «активной» молниезащитой, не защищены должным образом от прямого удара молнии.

На данный момент все имеющиеся теории (ESE, CTS и DAS) «активной» молниезащиты не имеют ни научного, ни практического подтверждения большей эффективности по отношению к обычным молниеприёмным стержням. На территории некоторых стран они и вовсе вне закона (Россия, США, Австралия, Германия, Австрия и т.д.). В связи с чем расчет защищенности зданий от прямых ударов молнии при проектировании должен быть основан на теории, заложенной в действующих нормативах.

Литература

1. ESE National Standards in conflict with approved EN standards [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.amnis.ru/files/2010-Pismo_v_CENELEC_ot_nauchnogo_soobshchestva.pdf. - Дата доступа: 28.10.2017.
2. International Conference on Lightning Protection (ICLP) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.amnis.ru/files/2012-Pisma_v_SIGRE_ot_nauchnogo_soobshchestva.pdf. - Дата доступа: 28.10.2017.
3. Roy B. Carpenter, Jr. Preventing Direct Lightning Strikes/ Roy B. Carpenter, Jr., Peter Carpenter, Darwin N. Sletten, PE// Lightning Eliminators & Consultants, Inc. – March 2014. – С. 1-15.

4. Vernon Cooray. Non conventional lightning protection systems/ Vernon Cooray// ICLP. – 2010. – С. 1-7.
5. Активная молниезащита [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artterm-m.ru/index.php/molniazashita/aktivnajamolniezashita>. - Дата доступа: 28.10.2017.
6. Активная молниезащита ERICO, SHIRTEC, ABB. Стоит ли она того? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elredy.by/aktivnaya-molniezashhita-erico/>. – Дата доступа: 28.10.2017.
7. Базелян, Э.М. Вопросы практической молниезащиты/ Э.М. Базелян. – М. : ИМАГ, 2015. – 208 с.
8. Иллюзия молниезащиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://taim.com.ua/>. – Дата доступа: 28.10.2017.
9. Как обстоят дела с активной молниезащитой в мире? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.amnis.ru/aktivnaya-molniezashita/aktivnaya-molniezashita-v-mire.php>. - Дата доступа: 28.10.2017.
10. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций = Маланкаахова 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.
11. Технический паспорт PDCE – SENIOR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://taim.com.ua/pdf/passport.pdf>. - Дата доступа: 28.10.2017.