

А.О. ГОЛЫГИН, студент гр. Э-585 (Филиал ФГБОУ ВПО СамГТУ)

Научный руководитель: **Н.Н. РОДИОНОВ**, к.т.н., доцент

(Филиал ФГБОУ ВПО СамГТУ)

г. Сызрань

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВНЫХ МОЛНИЕЗАЩИТ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Архитектурные особенности современных строительных объектов весьма разнообразны. В большей степени это относится к коттеджным поселкам, новым городским районам, административным зданиям; как правило, строения отстоят друг от друга на десятки и более метров, существенно отличаются по высоте. Объекты, расположенные таким образом наиболее подвержены ориентации на них разряда молнии. Сооружать вокруг них известные пассивные молниезащитные конструкции: стержневые и тросовые молниеотводы, сетки весьма проблематично.

Конкурирующими устройствами являются активные молниезащиты (АМЗ). На современном рынке АМЗ, наиболее популярны следующие фирмы: АВВ, ФПК «Космос-нефть-газ», польская «Громостар», «Pulsar».

АМЗ фирмы АВВ разработаны на основе серии патентов, зарегистрированных совместно с центром научных исследований (CNRS). В конструкциях применен ряд оригинальных решений. Активный молниеприемник Pulsar для формирования импульса ионов, встречно разряду из облака, использует энергию, принятую из внешнего поля во время грозы. Захватив разряд молнии, АМЗ направляет его через токоотводы в землю, где он и растекается. Молниеприемники Pulsar оборудованы системой RodCheck - визуальной индикацией удара молнии (красное кольцо). Зная амплитуду тока молнии, прошедшего через Pulsar тока, можно определить, требуется проверка работоспособности устройства или нет.

Отечественная финансово-промышленная компания «Космос-нефть-газ» разработала уникальную АМЗ – «М-200» для защиты сооружений топливно-энергетического комплекса, интеллектуальных зданий и жилых помещений. Электронный блок активного молниеотвода работает по принципу автономного генератора и вырабатывает под действием энергии грозового облака (напряженность поля во время грозы 10-20 кВ/м) высоковольтный импульс амплитудой до 300 кВ, который порождает восходящий к облаку лидер, опережающий по времени любые восходящие лидеры от защищаемого объекта, замыкая на себя молниевый удар. Активный молниеотвод М-200 имеет ряд преимуществ перед пассивными молниеотводами:

– устройство полностью автономно, не требует дополнительных источников питания.

– разряд молнии ориентируется на активный молниеотвод уже с высоты 130-300 метров, а не 100 метров, как у западных аналогов.

Изделие прошло испытания в НИЦ Санкт-Петербурга, во Всероссийском энергетическом институте, М200 защищает десятки корпусов предприятий топливно-энергетического комплекса, площадки по добыче и хранению газа, НПЗ, аэродромы, военные склады, стратегические объекты.

Активная МЗ «Громостар» разработана польской фирмой «ORW-ELS» и состоит из активной головки молниеприемника, которая перехватывает удар молнии и по одному или двум молниеотводам передает в систему, уходящую в землю. Активный молниеприемник внутри конструкции имеет электронную систему. Система полностью независима и приводится в действие только при возникновении повышенной напряженности электрического поля. АМЗ «Громостар» не требует источника питания. «Громостар» соответствует требованиям и степени защиты согласно Инструкции СО 153-343.21.122-2003 (Инструкция по устройству молниезащиты зданий). Гарантия производителя – 30 лет. Система получила сертификат соответствия стандарту NFC 17-102 и сертификат по нормам ISO 9001.

Методика технико-экономического анализа молниезащит.

Для сравнения были выбраны варианты:

1. Пассивная тросовая молниезащита;
2. Рассмотренные выше АМЗ: система «Громостар 25», система АВВ Pulsar 30; система АМЗ ФПК «Космос-нефть-газ» М-200.

Определялись конфигурации и размеры зон молниезащит, ценовые характеристики конструкций.

1. Согласно СО 153-34.21.122-2003 [1] произведен расчет двойной тросовой системы молниезащиты для жилой многоэтажной застройки.

2. Расчет зон активных систем молниезащит выполнен согласно требованиям NFC 17-102 [2].

3. Экономическое сравнение систем молниезащит проведено по данным производителей и оптимальным стоимостям материалов и проектных работ.

Расчет размеров зоны тросовой системы молниезащиты.

В качестве расчетного объекта принята группа из трех многоэтажных зданий расположенных в виде буквы «П». Среднее здание представлено на рис.1 фасадом, а два других здания изображены по бокам, торцами, т.е. уходят вглубь рисунка. Согласно [1] произведен расчет одной из классических систем молниезащиты для жилых домов, а именно двойного тросового молниеотвода.

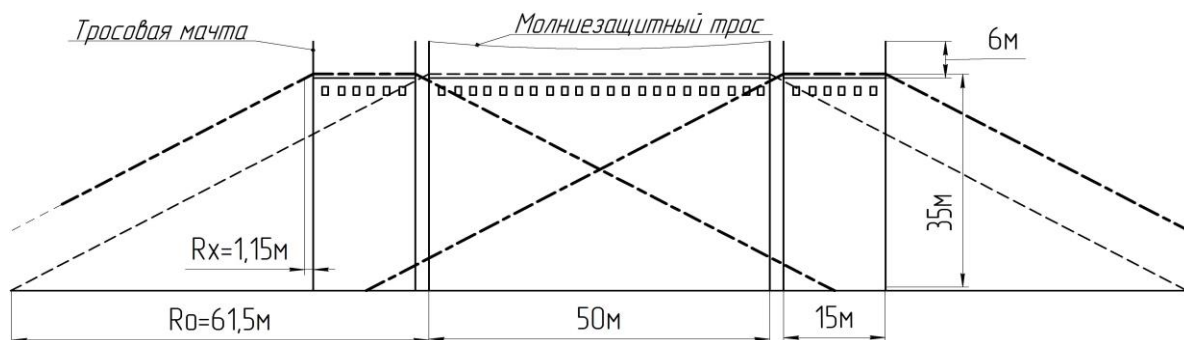


Рис.1. Расположение зданий защищаемого объекта и конфигурация зон защиты двойного тросового молниеотвода (зоны защиты фасадного здания изображены пунктирной линией; зоны защиты торцовых зданий изображены штрихпунктирной линией)

Исходные данные для расчета: длина здания $L_3=50$ м, ширина здания $d_3=15$ м, высота $h_3=35$ м; высота молниеотвода $h=41$ м, категория защиты от молнии II – эффективность 95% .

Согласно [1, табл. 3.5], максимальная высота зоны молниезащиты h_0 при заданных условиях равна 35,7 м.

При расстоянии между молниеотводами $L_m \leq L_c$, граница зоны не имеет провиса, где L_m – расстоянием между молниеотводами, L_c – длина троса, согласно [1], h_c – задает минимальную высоту зоны защиты. Так как зона защиты не имеет провиса, то $h_c=h_0=35,7$ м.

Длина горизонтального сечения зоны защиты на высоте h_x равной 35 м определяется путем расчета (при $h_c \geq h_x$) и составляет $L_x=7,5$ м. Радиус конуса защиты на уровне земли $R_0=61,5$ м и определен согласно методике [1, табл. 3.4]. Максимальная полуширина зоны r_x в горизонтальном сечении на высоте h_x будет составлять $r_x=11,5$ м. В виду объемности стандартных расчетов, в работе представлены конечные результаты для построения зоны защиты.

Расчет радиуса зоны защиты системы АМЗ Громостар 25.

Расчетный радиус R_p находится на верхнем уровне защищаемого здания, зона защиты системы АМЗ Громостар 25 зависит от высоты установки молниеприемника, категории защиты здания от молнии и длины обратного разряда вырабатываемого активным молниеприемником, и рассчитывается в соответствии с требованиями стандарта [2] по выражению

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}, \quad (1)$$

где D – луч сферы молнии, определяемый по категории защиты от попадания молнии и для II категории $D=45$ м; h – высота самого молниеприемника, м; ΔL – длина обратного разряда молниеприемника, м.

$$\Delta L = V \cdot (T_{SR} - T_{ESE}), \quad (2)$$

где V – средняя измеренная скорость разряда, равная 1м/мс; T_{SR} – среднее время создания разряда стержневого молниеприемника, установлено экспериментально и равно 63 мс; T_{ESE} – время создания разряда активным молниеприемником равно 25 мс (указывается производителем). В результате расчетов получено: $\Delta L=38\text{м}$, а $R_p=46,8\text{м}$ (на уровне высоты здания).

На рис. 2 схематично изображена зона защиты АМЗ Громостар 25.

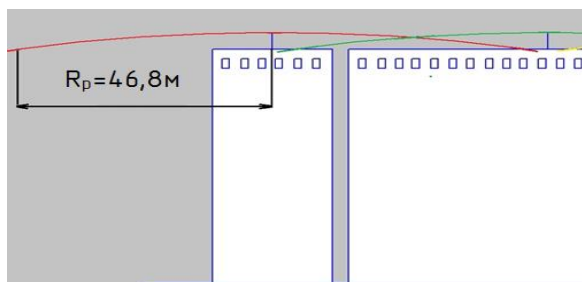


Рис. 2. Радиус зоны защиты Громостар 25

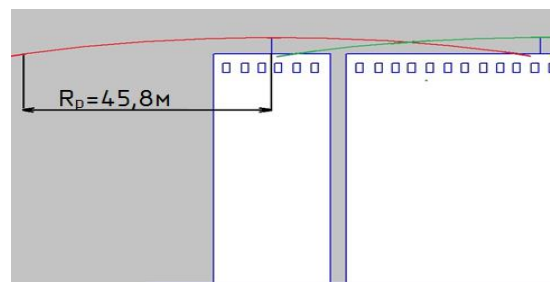


Рис. 3. Радиус зоны защиты Pulsar 30

Расчет радиуса зоны защиты системы АВВ Pulsar 30.

Радиус охранной зоны молниеприемника Pulsar 30 рассчитывается аналогично системе Громостар и при высоте от самой высокой точки молниеприемника до верха защищаемого объекта $h_x=2,5$ м, при расчете по формулам (1) и (2) получены следующие величины: $\Delta L=33\text{м}$, а $R_p=45,8\text{м}$.

На рис. 3 представлена зона защиты молниеотвода АВВ Pulsar 30.

Расчет радиуса зоны защиты системы М-200.

ФПК "Космос нефть газ" предоставляет необходимые формулы и данные, на основе которых можно провести расчет радиусов защиты молниеотвода М-200. Согласно методике расчета [3], зона молниезащиты имеет параметры: $R_p=22,6\text{м}$, расчетный радиус, на середине высоты установки АМЗ ($h/2$); $R_0=86,6\text{м}$ – радиус зоны на уровне земли, см. рис.4.

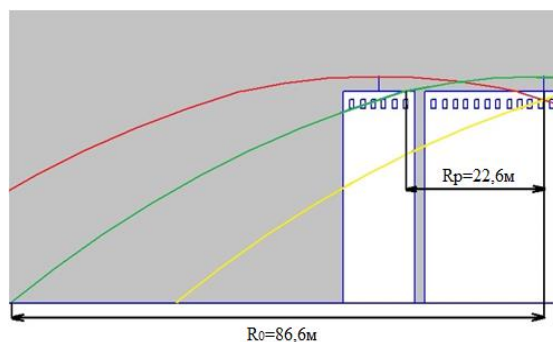


Рис. 4. Зоны защиты АМЗ М-200

Здесь R_p – радиус на высоте $h/2$, где h – высота установки АМЗ над уровнем земли; верхняя дуга показывает зону при установке АМЗ для торцового здания; вторая сверху дуга, для установки АМЗ в середине фасадного здания; нижняя дуга, для установки АМЗ на дальнем торцовом здании (см. рис. 1).

Сравнительный анализ молниезащит.

На основе полученных данных, в таблице приводятся сравнительные (расчетные) характеристики рассмотренных зон молниезащит. Даны значения радиусов R_x , определенных на расчетных высотах; также приведены стоимости конструкций. На рис. 5 представлены результаты в виде диаграмм. Вывод – АМЗ имеют более объемные зоны. Компактные конструкции АМЗ кроме эффективности, более эстетичны на городских зданиях.

Результаты рассмотренных работ используются в ВКР кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий».

Таблица 1

Сравнительные данные рассмотренных молниезащит

Тип защиты	R_x , м	Цена, руб (на 2012 год)
Двойной тросовый молниеотвод	1,15	45 000-50 000 (зависит от диаметра троса)
ABB Pulsar 30	45,8	57 000-69 000
Громостар 25	46,8	35 000-43 000
М-200	22,6	40 000-55 000

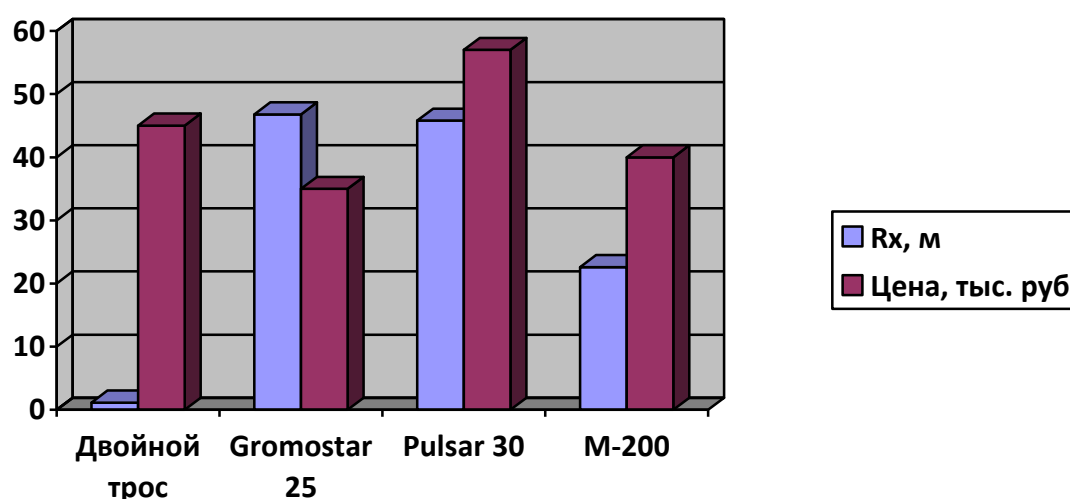


Рис. 5. Диаграммы технических и ценовых характеристик АМЗ для рассмотренных конструкций (R_x – радиус зоны молниезащиты на расчетной высоте)

Список литературы:

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003.
2. The French Standard for Early Streamer Emission (ESE) lightning protection systems NFC 17-102.
3. Сайт ФПК "Космос-нефть-газ" <http://www.kng.ru/prod.php#11>.