

## Активное Молниезащитное Устройство (АМЗ) «ФОРЕНД»

### Технические характеристики.

- Диаметр =12 см
- Высота =58 см
- вес =4,6 кг

Электростатические Молниезащитные Устройства «ФОРЕНД» имеют акты испытаний «ВЕТ» и «ИСМЕТ», стандарт ИСО и 25 летнюю гарантию от производителя на устойчивость к коррозии.

АМЗ «ФОРЕНД», изготовлено из нержавеющей стали, не подвергается химической коррозии.

Молниезащитное Устройство «ФОРЕНД», является эффективным устройством для электростатической защиты.

Молниеприемник молниезащитного устройства выполняет свою функцию, как в ситуации положительной молнии, так и отрицательной молнии.

Молниеприемник состоит из 3 частей: корпус, генератор ионов и соединительной муфты для крепления к мачте. Корпус изготовлен, из нержавеющей стали. Генератор ионов заключен в специальный кожух и расположен внутри нержавеющей корпуса. Генератор покрыт специальным веществом для защиты от внешних воздействий. По мере того как атмосферное электрическое поле увеличивается во время грозы, генератор начинает ионизировать окружающий воздух. Генератор ионов вырабатывает статические электрические заряды как положительные, так и отрицательные вследствие чего при ударе молнии в защищаемую площадь активный молниеприемник принимает весь удар на себя за счет создания электростатического поля, имеющего заряд, противоположный заряду молнии. Молниеприемник имеет структуру, позволяющую поддерживать ионизацию. Чтобы усилить ионизацию, в конструкции корпуса использованы поддерживающие ионизацию стержни, которые имеют активные и пассивные изолирующие электроды.

Благодаря пассивным электродам, молниеприемник обеспечивает надежную ионизацию чувствуя разницу потенциалов между точкой нахождения молниеприемника и землей. Эффективность выдачи ионов повышается за счет дополнительной генераторной системы внутренней ионизации. Молниеприемник имеет аэродинамическую конструкцию.

В результате движения воздушных потоков, насыщенных водяными парами, образуются грозовые облака, являющиеся носителями статического электричества. Электрические разряды образуются между разноименными заряженными облаками или, чаще, между заряженным облаком и землей.

Так молния производит тепловое, электрическое, а также механическое воздействие на те объекты, через которые она проходит. Помимо прямого удара молнии в здание, сооружение, дерево проявления молнии могут быть в виде электростатической и электромагнитной индукции.

Электростатическая индукция выражается в том, что на изолированных металлических предметах появляется разность потенциалов, вследствие чего возможно искрение между отдельными металлическими элементами конструкций и оборудования.

Во время грозы, при ударе молнии в различные промышленные, транспортные и другие объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможно проникновение (занос) электростатических зарядов в здание по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям –эстакадам, монорельсам и канатам подвесных дорог, по трубопроводам, оболочкам кабелей и т.д.

Для приема электрического разряда молнии и отвода её в землю применяют устройства называемые молниеотводами. Молниеотвод состоит из: молниеприемника, проводника (токоотвода) и заземления.

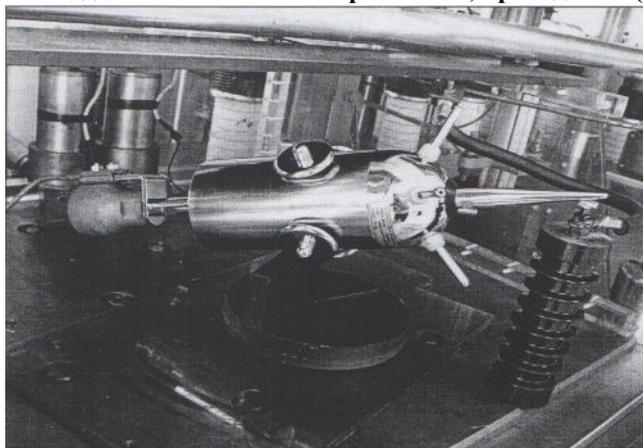


Рисунок 1

### 1. Принцип действия молниезащитных устройств.

Грозовое облако создает электрическое поле между областью грозы и землей. Напряженность этого поля может превысить 5 киловольт на метр.

Молния представляет собой электрический разряд длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-нибудь наземным сооружением.

Разряд молнии начинается с образования светящегося пятна, называемого «ступенчатым лидером», который начинает свое движение из области тучи по направлению к земле. По направлению движения лидера – от облака вниз или от наземного сооружения вверх – молнии разделяются на нисходящие или

восходящие. Лидер нисходящей молнии возникает под действием процессов в облаке и не зависит от наличия на земле каких-либо сооружений. По мере продвижения лидера к земле с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры. Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последнего поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Принцип действия **АКТИВНОГО МОЛНИЕПРИЕМНИКА (АМП)** основан на возбуждении навстречу этому нисходящему лидеру опережающего восходящего разряда – лидера. Когда лидеры встречаются, образуется проводник по которому течет ток и происходит разряд молнии через молниеприемник.

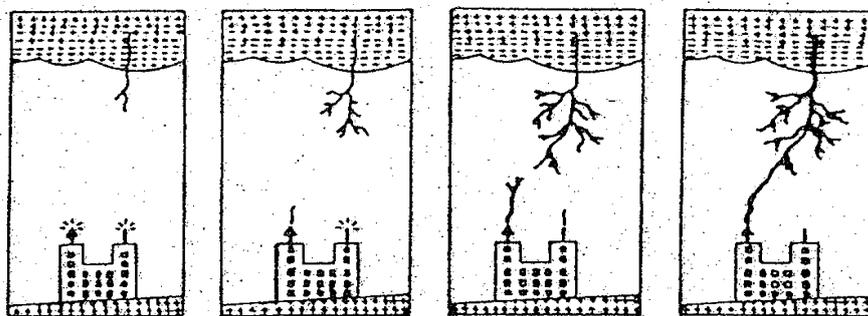


Рисунок 2

Примечание: Это описание имеет отношение только к нисходящему типу молний, который описывается электрогеометрической моделью. Этот тип молний самый распространенный.

Скорость распространения лидера.

Последние экспериментальные данные показывают, что средние скорости восходящего и нисходящего лидеров сравнимы в течение фазы их соединения и коэффициент их отношения равен примерно 1 (между 0.9 и 1)

$V = V_{\text{восх}} = V_{\text{нисх}} = 1 \text{ м/мкс}$ , где  $V_{\text{восх}}$  – скорость восходящего лидера,  $V_{\text{нисх}}$  – скорость нисходящего лидера,  $V$  – скорость образования проводника.

## 2. Преимущества АМП с точки зрения защиты.

### 2.1 Время предупреждения.

$T$  – параметр АМП, определяющий запас времени предупреждения нисходящего лидера, измеряется экспериментально для конкретной модели с помощью тестов.

### 2.2 Путь генерации ионов.

$L$  – путь распространения восходящего лидера от АМП

$$L(\text{м}) = V(\text{м/мкс}) * T(\text{мкс})$$

Защищаемая площадь определяется на основе пути распространения  $L$  на основе электро-геометрической модели (метод катящегося шара)

## 3. Принцип защиты.

### 3.1. Простой стержневой молниеприемник.

Молниеприемник может «управлять полетом» лидера молнии в пределах определенного радиуса действия. Случай простого стержневого молниеприемника.

Опытным путем доказано, что этот радиус защиты зависит от максимального значения тока первого отрицательного разряда молнии. Это означает, что все разряды молний, лидеры которых попадают в зону, ограниченную сферой радиусом  $D$ , будут перехвачены молниеприемником (смотри рис. 3).

Точка  $A$  – это точка контакта сферы с молниеприемником, молниеприемник – точка разрядки молнии. Зона защиты стержневого молниеприемника определяется радиусом  $D$  (в соответствии с методом катящегося шара), от точки контакта с молниеприемником. На рисунке 3 это зона  $C$ .

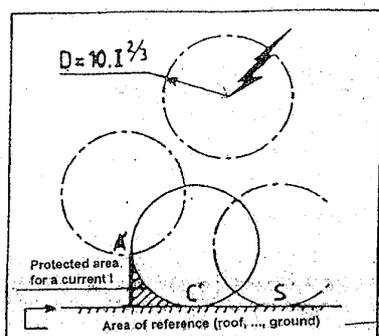


Рисунок 3

### 3.2 Защитный радиус АМП.

В случае с АМП за счет генерации предупреждающего разряда расстояние до точки контакта лидеров удлинится и определяется временем предупреждения  $T$  и длиной пути распространения ионов  $L$ . См. рисунок 4. Где  $D$  – предел досягаемости,  $h$  – высота приемника над защищаемой поверхностью,  $R_p$  – радиус защиты АМП.

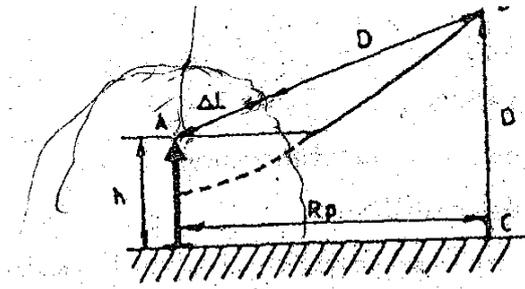
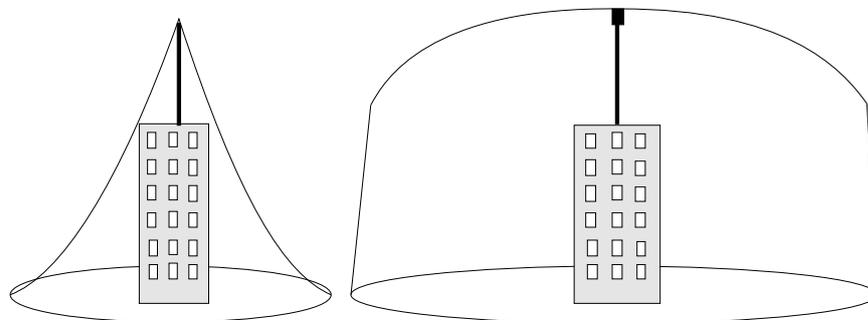


Рисунок 4

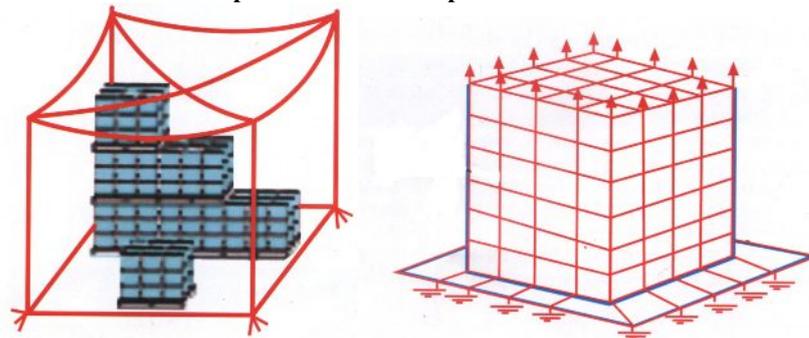
### 3.3 Преимущества применения АМП в сравнении с другими методами.

Радиус защиты одностержневого молниеприемника, тросового молниепремника и методом сетки определяется в соответствии с моделью катящегося шара и, как выше было представлено, этот радиус гораздо меньше чем радиус действия АМП вследствие использования предупредительных разрядов. Зона защиты при использовании этих методов, в сравнении с зоной защиты АМП, имеет менее удачную форму. Зона защиты АМП позволяет более надежно покрыть большую площадь.

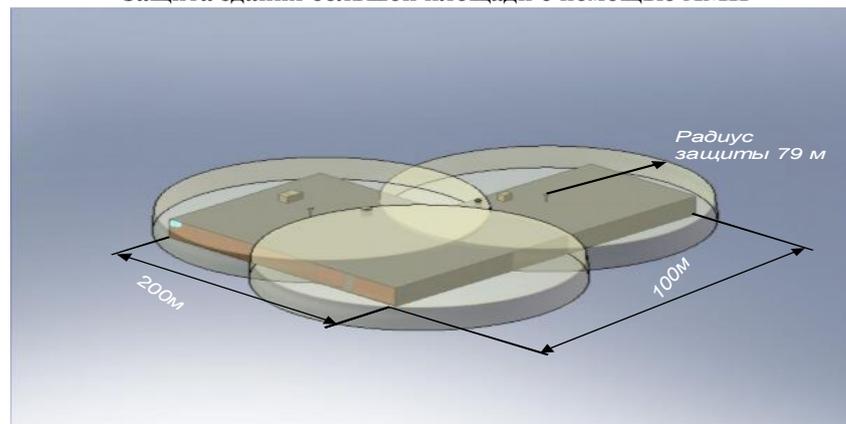


Если необходимо защитить здание большой площади, то, можно использовать 2-3 молниеприемника. Если не используем АМП, то необходимо применять метод сетки, т.е. укладывать металлическую сетку через расстояние 10 мм и делать спуски с заземлителями. При этом методе во много раз увеличивается расход металла, усложняется конструкция и снижается надежность системы.

### Защита зданий с помощью тросовых молниеприемников и методом сетки



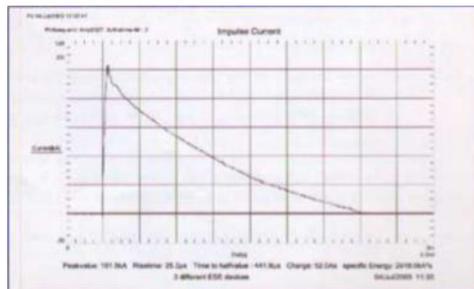
### Защита здания большой площади с помощью АМП



Установка одного АМП и контура заземления из нескольких заземлителей гораздо экономичнее по использованию металла в сравнении с методом сетки, тросовых и одиночных молниеотводов. Контур заземления для АМП прост в изготовлении, нет необходимости выкапывать траншеи по периметру здания и укладывать заземлители, как в случае пассивных молниеприемников. Кроме того, в методе сетки, например, сетка может оборваться и тогда нарушится контур заземления. АМП прост в установке, защищен от атмосферного воздействия, не требует обслуживания в процессе эксплуатации.

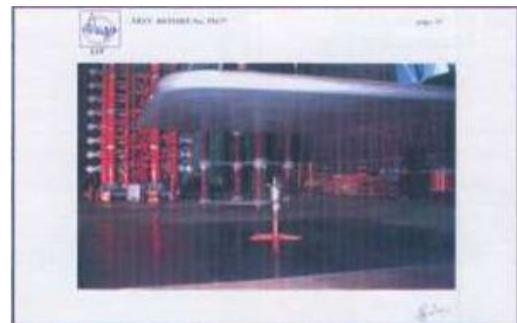
**Акты испытаний. Германия.**

В германской лаборатории «BET» проведено испытание молниеприемника на прочность при воздействии высокого напряжения, сопоставимого с разрядом молнии.



**Акты испытаний. Румыния.**

В результате проведенного анализа в лаборатории Румынского национального института исследований, развития и тестирования электрической инженерии «ICMET», что ΔT (время раннего предупреждения) устройства «ФОРЕНД» FOREND EU равно 60μs, и таким образом доказано соответствие молниеприемника стандартам NFC 17-102.



**Защитный потенциал.**

Для активных молниезащитных устройств защитный потенциал рассчитывается согласно французскому стандарту NFC 17 102.

Для разных уровней:

D=20m 1-степень защиты от молнии

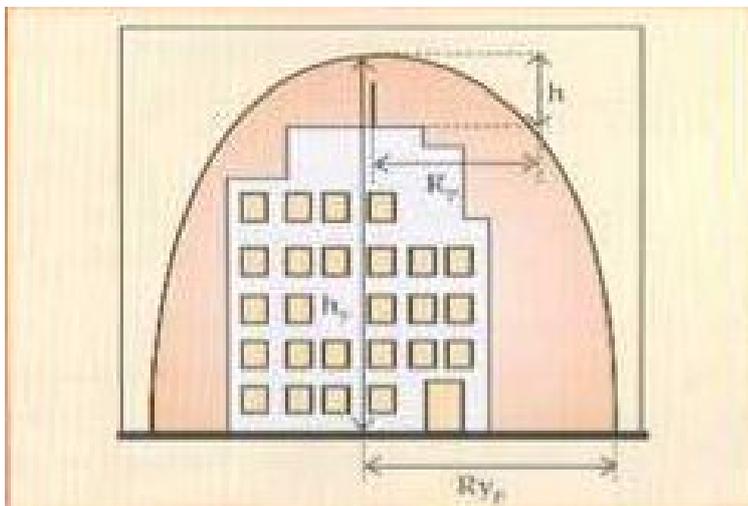
D=45m 2-степень защиты от молнии

D=60m 3-степень защиты от молнии

h: Расстояние между молниеприемником и любой точкой, находящейся под ним.

ПРИМЕР: Самым эффективным расстоянием (h), как видно из таблицы и из чертежа, является расстояние длиной до 6 метров.

	Rp, защитные полудиаметры(m) (ΔL=60m)		
	Степень защиты от молнии		
	I	II	III
6	79	97	107
10	79	99	109
20	80	102	113
30	80	104	116
60	80	105	120



### РАСЧЕТ СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ

Расчет степени защиты, применяемый в IFC и в Европе, производится нижеуказанным способом:

Эффективная площадь:  $A_e = Lw + 6H(L+W) + 9H^2$   
 L: Длина (м), W: Ширина (м), H: Высота (м)

Предположительное количество молний:  $N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^6$

$N_g = 0,04 N_k^{1,25}$  (число ударов молнии/(км<sup>2</sup>/год))

$N_k$ : количество дней с молнией

Принятое число  $N_c = 5,5 \cdot 10^3 / C$

$C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$

Если  $N_d < N_c$  - защита по желанию

Если  $N_d > N_c$  - защита необходима

степень защиты устанавливается: по  $E = 1 - (N_c / N_d)$

Расчетная эффективность	Степень защиты
$E > 0,98$	1 Степень + Доп.мера
$0,95 < E < 0,98$	1 Степень
$0,80 < E < 0,95$	2 Степень
$0 < E < 0,80$	3 Степень

<b>КОЭФФИЦИЕНТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>			C1
Здание не выше деревьев и/или близлежащих строений			0,25
Здание находится в окружении невысоких строений			0,5
Расстояние до самого близкого строения ЗН			1
Самое высокое здание в районе			2
<b>Конструктивные коэффициенты</b>			C2
Здание/Крыша	МЕТАЛЛ	КЕРАМИКА	Возгорающийся
Металл	0,5	1	2
Кирпичное, бетонное	1	1,5	2,5
Возгорающееся	2	2,5	3
<b>Структурный коэффициент</b>			C3
Недорогое, не возгорающееся			0,5
Среднее, возгорающееся			1
Дорогое, возгорающееся			2
Воспламеняющееся, возгорающееся			3
<b>Структурное время</b>			C4
Здание без персонала			0,5
До 50 человек			1
Более 50 человек, с риском, трудность эвакуации			3
<b>ВАЖНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>			C5
Не имеет значения			1
Всегда в эксплуатации, имеет значение в среде			5
Имеет очень значительное место в среде			10

