

Методика расчета комплектующих для молниезащиты зданий с плоской кровлей.

Методика расчёта комплектующих внешней молниезащиты для объектов с плоской кровлей.

Данная статья предназначена для помощи проектировщикам в реализации системы внешней молниезащитной (МЗС) на жилых и промышленных зданиях и сооружениях в соответствии с требованиями Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО-153-34.21.122—2003 и рекомендациям МЭК.

Порядок расчёта:

Шаг 1. Перед проектированием системы молниезащиты необходимо определить архитектурные характеристики здания: высота, размеры кровли, а так же наличие выступающих элементов здания и технологического оборудования (кондиционеры, антенны и т. д.) требующие защиту от ПУМ. Далее необходимо определить уровень надежности защиты объекта от прямых ударов молнии (ПУМ), который выбирается исходя из класса объекта (обычный объект, опасный объект и т. д.). Для обычных объектов предлагается четыре уровня надежности указанные в Таблице 1.

Таблица 1. Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Шаг 2. Определяется тип внешней системы молниезащиты:

- стержневые молниеприемники;
- тросовые молниеприемники;
- молниеприемная сетка;
- комбинация этих систем.

Так же выбирается метод расчета внешней системы молниезащиты:

- метод защитного конуса для стержневых и тросовых молниеприемников (методика расчета зон

защиты подробно изложена в СО-153-34.21.122—2003, пункт 3.3.2)

- метод защитного угла используется для простых по форме сооружений или для маленьких частей больших сооружений;
- метод фиктивной сферы — для сооружений сложной формы;
- применение защитной сетки целесообразно в общем случае и особенно для защиты поверхностей, в том числе и зданий с плоской кровлей.

В зависимости от уровня надежности и типа МЗС определяется параметры для расчета защитных зон (ширина ячейки сетки, угол защиты стержневых молниеприемников) по Таблице 2.

Таблица 2. Параметры для расчета молниеприемников по рекомендациям МЭК

Уровень защиты	Радиус фиктивной сферы R, м	Угол α° при вершине молниеприемника для зданий различной высоты h, м				Шаг ячейки сетки, м
		20	30	45	460	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

* В этих случаях применимы только сетки или фиктивные сферы.

Шаг 3. На чертеже кровли необходимо прорисовать схему размещения молниеотводной сетки с выбранной шириной ячейки. Рассчитывается места размещения и высоты стержневых молниеприемников. Разрабатываются узлы крепления проводников с металлоконструкциями объекта (ограждения, парапеты и т. д.), а так же места их размещения. Выбираются безопасные места размещения токоотводов (на максимально возможных расстояниях от дверей и окон) и расстояние между ними по Таблице 3 в соответствии с выбранным уровнем защиты. Проводники МЗС прокладываются, насколько это возможно, кратчайшими путями. При выборе места размещения токоотводов необходимо учитывать возможные сложности прокладки

заземляющего устройства (тротуары, места возможного скопления людей, подземные коммуникации).

Таблица 3. Средние расстояния между токоотводами в зависимости от уровня защиты.

Уровень защиты	Среднее расстояние, м
I	10
II	15
III	20
IV	25

Шаг 4. Выбирается и рассчитывается проводник по кровле. В качестве молниеприемника и токоотвода рекомендуется применять прутки оцинкованный диаметром 8 мм. (50мм²), № по каталогу Т1102. Считается длина всех проводников на крыше и по фасадам. Прибавляется небольшой запас. В случае применения в МЗС других металлов их сечение выбирается в соответствии с Таблицей 4. При использовании разных металлов необходимо учитывать их совместимость, Таблица 5.

Таблица 4. Материал и минимальные сечения элементов внешней МЗС

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ²		
		молниеприемника	токоотвода	заземлителя
I-IV	сталь	50	50	80
I-IV	алюминий	70	25	не применяется

I-IV	медь	35	16	50
------	------	----	----	----

Таблица 5. Совместимость металлов

	Оцинкованная сталь	Алюминий	Медь	Нержавеющая сталь
Оцинкованная сталь	Да	Да	Нет	Да
Алюминий	Да	Да	Нет	Да
Медь	Нет	Нет	Да	Да
Нержавеющая сталь	Да	Да	Да	Да

Шаг 5. Рассчитывается количество креплений проводника к кровле. Расстояние между элементами крепления проводника не более 120 см плюс крайние крепления. Например № по кат 106030 или 1-229. Для дополнительной фиксации на битумной кровле рекомендуется применять битумную мастику, если кровля ПВХ подбирается соответствующий монтажный клей.

Шаг 6. Для перпендикулярного, параллельного и «Т» - образного соединения проводников используется зажимы 101265 или 1-128. Расход зажимов рассчитывается по схеме учитывая все соединения токоотводов, отводы и наращивания прутка.

Шаг 7. Металлические элементы кровли (ограждения, парапеты и т. д.) необходимо объединять с системой молниезащиты, для этого про-вести к этому элементу проводник и соединить его зажимом 1-137 (для металлоконструкций толщиной 0,7-8мм) или 1-128 . Для кон-струкций из труб небольшого диаметра может применяться за-жим 1-152.

Шаг 8. В случае необходимости крепления токоотвода на конструкциях кровли из листовой стали (парапеты, декоративные элементы) можно использовать держатель 9-070, 9-071 с кровельным саморезом.

Шаг 9. Для защиты сантехнических и вентиляционных неметаллических труб не-большого диаметра от ПУМ, в качестве молниеприемника можно использовать проводник закрепленный вдоль насадки хомутом 1-156 для труб макс. диаметром 130 мм или 107020 для труб диаметром 130-180 мм.

Шаг 10. В случае необходимости защиты выступающих час-тей здания с помощью стержневых молниеприемников можно использовать телескопические молниеприемники высотой 2,4м – 7,65 (код 101700, 101920-101940). К стене молниеприемник фиксируется кронштейнами 702175. Для крепления молниеприемника на плоское основание применяется тренога 101950, которое крепится с помощью анкеров. Токоотводы с молниеприемником соединяются зажимом 702165.

Шаг 11. Для защиты электрооборудования (системы кондиционирования, вентиляции, телевизионные и спутниковые антенны, антенны связи и другие коммуникационные устройства) на кровле применяется отдельно стоящий молниеприемник, например 1-204 высотой 3000 мм, на бетоном основании 1-200. Проводник крепиться к молниеприёмнику с помощью зажима 1-142. С целью защиты оборудования от наведенных импульсов молнии молниеприемники и токоотводы располагают безопасном расстоянии, исключающим искрообразование между МСЗ и оборудованием и как следствие заноса высокого потенциала внутрь защищаемого объекта по токоведущим частям. Данное расстояние получило название наименьшего допустимого расстояния (s) и рассчитываться по рекомендациям МЭК 62305 ч3.

$$s > k_i \frac{k_c}{k_m} l \quad [\text{м}],$$

где k_i – зависит от выбранного уровня защиты МСЗ (см. Таблицу 6);

k_c – зависит от тока молнии, протекающего по заземляющим проводникам (см. Таблицу 7);

k_m – зависит от электрического сопротивления материала (см. Таблицу 8);

l – длина [м] токоотвода от точки определения наименьшего допустимого расстояния до ближайшей точки уравнивания потенциалов.

Таблица 6. Значения коэффициента k_i

Уровень защиты	k_i
I	0,100
II	0,075
III,IV	0,050

Таблица 7. Значения коэффициента k_c

Число заземляющих проводников n	Приближенное значение k_c	Точное значение k_c (см. DIN V VDE V0185, Часть 3)
1	1	1
2	0,66	1 ... 0,5
4 и более	0,44	1 ... 1/ n

Таблица 8. Значения коэффициента k_m

Материал	k_m
воздух	1
бетон, кирпич	0,5

В сооружениях с металлическими или электрически непрерывными взаимосвязанными железобетонными металлоконструкциями выполнение изоляционного расстояния не требуется.

Пример.

В здании установлено более 4 токоотводов

Выбранный уровень защиты III

Максимальное расстояние $L = 20$ м.

$k_i = 0,05$ м

$k_m = \text{воздух} = 1$

Наименьшее допустимое расстояние 0,45 м.

Шаг 12. При наличии водосточного желоба токоотвод крепится к водосточному желобу с помощью зажима, например 1-136.

Шаг 13. Токоотводы по фасаду крепятся держателем с дюбе-лем 1-119, или пластиковым держателем, например 9-071. Минимальное расстояние токоотвода от угла здания 0,2м. Для того чтобы токоотвод был менее заметен и не выделялся на фасаде его можно крепить на водосточной трубе хомутами, например 1-156. Шаг крепления токоотвода не более 120 см.

Шаг 14. Для ввода в землю токоотвода необходимо применить стержень оцинкованный диаметром 10мм (78мм²) код 197870, так же возможно применения полосы оцинкованной 40x4мм, код Т 1002. Соединять токоотвод с заземляющим устройством, с целью дальнейшего отсоединения для периодических замеров заземления, целесообразно с помощью контрольного зажима, например 1-172. Стержень земляного ввода крепится к стене с помощью креплений 1-119. Расход 2-3 штуки на ввод.

Шаг 15. Для заземления внешней системы молниезащиты наиболее целесообразно использовать контур по периметру здания уложенный на глубине 0,5-0,7м. и на расстоянии не менее 1 м. выполненный из оцинкованной полосы 40 x 4мм. код Т 1002. Токоотводы с полосой и полоса с полосой соединяются зажимом 1-064. Для обеспечения наиболее оптимального расположения полосы в грунте «на ребре» возможно применение основание для крепления полосы в траншеях (код 107600) с расстоянием в 2 метра. Так как заземление молниезащиты объединяется с системой уравнивания потенциалов объекта необходимо обеспечивать стабильное сопротивление растекания тока с учетом промерзания и просыхания грунта.

Если удельное сопротивление грунта уменьшается с глубиной и на большой глубине оказывается существенно меньше, чем на уровне обычного расположения, в том числе и при сезонных колебаниях рекомендуется в местах соединения токоотводов с полосой дополнительно установить вертикальные электроды глубиной 2,4м. Электрод состоит из двух омедненных стержней диаметром 17,2 мм и длиной 1,2м (код 155480), соединенный латунной муфтой (код 158050). Для монтажа используется отбойный молоток, насадка SDSmax (код Т 0901) и удароприемная головка (код 158110). Соединение с полосой и токоотводом выполняется зажимом Т 0333. Так же этим зажимом можно соединить провод ПВ от ГЗШ. Все болтовые зажимы в грунте гидроизолируются лентой Denso (код 711520). В случае невозможности по каким-либо причинам применить контур возможно применение только вертикальных электродов от каждого токоотвода.