# Практическое занятие

«Расчет молниезащиты зданий и сооружений»

Цель работы:

-ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к молниезащиты зданий и сооружений, согласно РД 34.21.122-87;

-научиться производить расчет молниезащиты объектов.

Общие сведения

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом. Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод – устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю.

Молниеотводы разделяют на отдельно стоящие, обеспечивающие растекание тока молнии минуя объект, и установленные на самом объекте. При этом растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей (животных), взрыва или пожара. Установка отдельно стоящих молниеотводов исключает возможность термического воздействия на объект при поражении молниеотвода; для объектов с постоянной взрывоопасностью, отнесенных к 1 категории, принят этот способ защиты, обеспечивающий минимальное количество опасных воздействий при грозе. Для объектов 2 и 3 категории характеризующихся меньшим риском взрыва или пожара, в равной мере допустимо использование отдельно стоящих молниеотводов и установленных на защищаемом объекте. Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

По типу молниеприемника молниеотводы разделяются на стержневые (вертикальные), тросовые (горизонтальные протяженные) и сетки, состоящие из продольных и поперечных горизонтальных электродов, соединенных в местах пересечений. Стержневые и тросовые молниеотводы могут быть как отдельно стоящие, так и установленные на объекте; молниеприемные сетки укладываются на металлическую кровлю защищаемых зданий и сооружений. Однако укладка сеток рациональна лишь на зданиях с горизонтальными крышами с уклоном не более 1:8, где равномерно поражение молнией любого их участка. Допускается укладывать сетку под утеплителем или гидроизоляцией, при условии что они выполнены из несгораемых или трудносгораемых материалов и их пробой при разряде молнии не приведет к загоранию кровли.

Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год производится по формулам: для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни) N = 9πh2n 10-6

для зданий и сооружений прямоугольной формы

N = [(S + 6h) (L + 6h) – 7,7 h2] n 10-6  (1)

где h – наибольшая высота здания или сооружения, м;

S, L – соответственно ширина и длина здания или сооружения, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км2 земной поверхности (удельная плотность ударов молнии в землю) в месте нахождения здания или сооружения.

Для зданий и сооружений сложной конфигурации в качестве S и L рассматриваются ширина и длина наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание или сооружение в плане.

Для произвольного пункта на территории страны удельная плотность ударов молнии в землю n определяется исходя из среднегодовой продолжительности гроз в часах (берется по карте продолжительности гроз) следующим образом:

Таблица 1

Удельная плотность ударов молнии в землю

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднегодовая деятельность гроз, ч | 10-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 | 100 и более |
| Удельная плотность ударов молний в землю, n 1/(км2 год) | 1 | 2 | 4 | 5,5 | 7 | 8,5 |

Зона защиты молниеотвода [1, 3, 4, 5, 6] – пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с надежностью не ниже определенного значения. Наименьшей и постоянной надежностью обладает поверхность зоны защиты; в глубине зоны защиты надежность выше, чем на ее поверхности. Зона защиты типа А обладает надежностью 99,5 % и выше, а типа Б – 95 % и выше.

*Одиночный стержневой молниеотвод*

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. 1), вершина которого находится на высоте h0 < h. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r0. Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения hх представляет собой круг радиусом rх.

Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой h ≤ 150 м имеет следующие габаритные размеры:

Зона А h0 = 0,85 h; r0 = (1,1 – 0,002 h) h; (2)

rх = (1,1 – 0,002 h) (h – hх/0,85) (3)

Зона Б h0 = 0,95 h; r0 = 1,5 h; (4)

rх = 1,5 (h – hх/0,55) (5)

Для зоны Б при известных значениях hх и rх:

h = (rx+ 1.63 hx)/1,5 (6)

ho hhx

rx

граница зоны защиты на уровне земли

ro

граница зоны защиты на уровне hx

Рис. 1 Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

*Двойной стержневой молниеотвод*

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой h ≤ 150 м представлена на рис. 2. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых h0, r0, rx1, rх2 определяются по формулам предыдущего раздела. Внутренние области зон защиты двойного стержневого молниеотвода имеют следующие размеры:

Зона А: при L≤ h; hс = h0; rсх = rх; rc = r0

при h < L ≤ 2 h; hc = h0 – (0,17 + 3\*10-4 h) (L – h)

rc = r0; rcx = r0 (hc – hx) /hс;

при 2h < L≤ 4 h; hc = h0 – (0.17 + 3\*10-4 h) (L – h)

 (7)

При расстоянии между стержневыми молниеотводами L > 4h для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б: при L ≤ h hc = h0; rcx = rх; rc = r0

при h < L≤ 6 h; hc = h0 – 0.14 (L – h); rc = r0; rcx = r0 (hc – hx) /hc

При расстоянии между стержневыми молниеотводами L > 6 h для построения зоны Б молниеотводами следует рассматривать как одиночные. При известных значения hc и L (при rсх = 0) высота молниеотвода для зоны Б определяется по формуле:

h = (hc + 0,14 L) /1,06. (8)

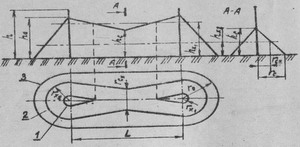


Рис.2 Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

1-граница защиты на уровне hx1;

2- граница защиты на уровне hx2;

3- граница защиты на уровне земли.

*Одиночный тросовый молниеотвод*

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ≤ 150 м приведена на рис. 3, где h – высота троса в середине пролета.

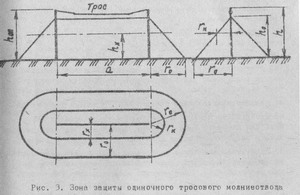


Рис.3 Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

С учетом стрелы провеса троса сечением 35-50 мм2 при известной высоте опор hоп и длине пролета а – высота троса (в метрах) определяется: h = hоп-2 при а < 120 м; h = hоп-3 при 120 < a < 150

Зоны защиты имеют следующие габаритные размеры:

Зона А h0 = 0,85 h; r0 = (1,35 – 0,0025 h) h;

rx = (1,35 – 0,0025 h) (h – hх/0,85)

Зона Б h0 = 0,92 h; r0 = 1,7 (h – hx/0,92)

Для зоны Б высота одиночного тросового молниеотвода при известных значениях hx и rх определяется по формуле:

h = (rx + 1,85 hx) /1,7 (9)

*Методика выполнения работы*

1. Получив у преподавателя дополнительные данные (характеристику объекта и его месторасположение согласно варианту таблица 3) провести расчет ожидаемого количества поражений.

2. Определить тип зоны и категорию молниезащиты объекта согласно табл.2 .

3. Выбрать и обосновать вариант молниезащиты (тип молниеотвода, количество и месторасположение).

4. Рассчитать высоту молниеотвода, выбрав нужную формулу (из общих сведений) исходя из принятой системы молниезащиты и типа зоны, для чего необходимо задаться координатами расчетной точки: rх – радиус защиты – расстояние от молниеотвода до этой точки и hх – высота этой точки о поверхности земли. За расчетную точку следует принимать или наиболее высокую точку здания или наиболее удаленную от молниеотвода – если здание невысокое и длинное.

5. Провести графическое построение зоны защиты молниеотвода рассчитанной высоты. Зона защиты строится на плане защищаемого объекта. План объекта и зона защиты строятся в одинаковом масштабе.

Пожароопасные зоны классов П-П, П-Па, П-Ш – помещения в которых выделяется горючая пыль или волокна, применяются или хранятся горючие жидкости или твердые ли волокнистые горючие вещества (склады минеральных масел, ядохимикатов, деревообделочные мастерские, лесопилки, зернохранилища, гаражи, элеваторы, льнозаводы, коровники, свинарники, телятники и другие животноводческие помещения при хранении на чердаках сена и соломы).

Таблица 2

Тип зоны и категория молниезащиты зданий и сооружений

| № п/п | Здания и сооружения | Место расположения | Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов | Категория молниезащиты |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зоне классов В-1 и В-2 | На всей территории России | Зона А | 1 |
| 2 | Тоже для классов В-1а, В-1б, В-2а | В местах со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более | При ожидаемом количестве поражений молнией в год зданий и сооруженийN>1 -зона АN<1 –зона Б | 2 |
| 3 | Наружные установки, создающие согласно ПУЭ зону класса В-1г | На всей территории России | Зона Б | 2 |
| 4 | Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-1, П-2, П-2а | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | Для зданий и сооружений 1 и 11 степеней огнестойкости при 0,1<N≤2 и для 3 -У степеней огнестойкости при 0,02 <N≤2 – зона Б, при N>2 – зона А | 3 |
| 5 | Расположенные в сельской местности небольшие строения 3-5 степеней огнестойкости, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-1, П-2, П-2а | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | При N <0,02 | 3 |
| 6 | Наружные установки и открытые склады, создающие согласно ПУЭ зону классов П-3 | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | При 0,1<N≤2 – зона Б, при N>2 – зона А | 3 |
| 7 | Здания и сооружения 3, 3а, 3б, 4, 5 степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые к зонам взрыво- и пожароопасных классов | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | При 0,1<N≤2 – зона Б, при N>2 – зона А | 3 |
| 8 | Здания и сооружения из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем (5а степени огнестойкости), в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | При 0,02<N≤2 – зона Бпри N>2- зона А | 3 |
| 9 | Здания вычислительных центров, в том числе расположенные в городской застройке | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч и более | Зона Б | 3 |
| 10 | Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения 3-5 степеней огнестойкости: для крупного рогатого скота и свиней на 100 голов и более, для овец на 500 голов и более, для птицы на 1000 голов и более, для лошадей на 40 голов и более | В местностях со средней продолжительностью гроз 40 ч в год и более | Зона Б | 3 |
| 11 | Дымовые и прочие трубы предприятий и котельных, башни и вышки всех назначений высотой 15 м и более | В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более | Зона Б | 3 |
| 12 | Жилые и общественные здания, высота которых более чем на 25 м превышает среднюю высоту окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой более 30 м, удаленные от других зданий более чем на 400 м | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | Зона Б | 3 |
| 13 | Общественные здания 3-5 степеней огнестойкости следующего назначения: детские дошкольные учреждения, школы и школы-интернаты, стационары лечебных учреждений, спальные корпуса и столовые учреждений здравоохранения и отдыха, культурно-просветительные и зрелищные учреждения, административные здания, вокзалы, гостиницы, мотели и кемпинги | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | Зона Б | 3 |
| 14 | Здания и сооружения, являющиеся памятниками истории, архитектуры и культуры (скульптуры, обелиски и т.п.) | В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более | Зона Б | 3 |

Таблица 3

Индивидуальные задания для практического занятия «Расчет молниезащиты зданий и сооружений»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Среднегодовая деятельность гроз | Размер защищаемого объекта | № п/п в табл. Тип зоны и категория молниезащиты зданий и сооружений | № п/п | Среднегодовая деятельность гроз | Размер защищаемого объекта | № п/п в табл. Тип зоны и категория молниезащиты зданий и сооружений |
| 1 | 15 | S=20  L=30  hx=10 | 1 | 15 | 13 | S=20  L=50  hx=10 | 8 |
| 2 | 25 | S=7  L=8  hx=6 | 2 | 16 | 45 | S=30  L=70  hx=10 | 9 |
| 3 | 50 | S=25  L=40  hx=15 | 3 | 17 | 63 | S=40  L=60  hx=13 | 10 |
| 4 | 70 | S=30  L=40  hx=7 | 4 | 18 | 90 | S=40  L=20  hx=18 | 11 |
| 5 | 80 | S=10  L=15  hx=6 | 5 | 19 | 120 | S=5  L=10  hx=20 | 12 |
| 6 | 110 | S=12  L=20  hx=8 | 6 | 20 | 30 | S=6  L=40  hx=10 | 13 |
| 7 | 20 | S=10  L=6  hx=4 | 7 | 21 | 52 | S=8  L=8  hx=8 | 14 |
| 8 | 10 | S=20  L=70  hx=50 | 2 | 22 | 13 | S=25  L=40  hx=16 | 9 |
| 9 | 30 | S=15  L=7  hx=10 | 3 | 23 | 45 | S=30  L=45  hx=6 | 10 |
| 10 | 40 | S=25  L=8  hx=15 | 4 | 24 | 63 | S=14  L=8  hx=12 | 11 |
| 11 | 70 | S=7  L=8  hx=6 | 5 | 25 | 90 | S=12  L=20  hx=12 | 12 |
| 12 | 90 | S=14  L=25  hx=15 | 6 | 26 | 120 | S=60  L=40  hx=7 | 13 |
| 13 | 10 | S=25  L=30  hx=8 | 7 | 27 | 30 | S=50  L=35  hx=8 | 14 |
| 14 | 60 | S=35  L=45  hx=12 | 8 | 28 | 52 | S=20  L=60  hx=7 | 1 |