



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Защита зданий и сооружений, производств от молний
Методические указания
к выполнению практических работ

Самара 2016

Составители: Е.В. Алекина, Л.В. Сорокина

УДК 658.382.3:621.31.004.2

Пожарная безопасность: Метод. указ. к выполнению практ. работ / Самар. гос. техн. ун-т; Сост. *Е.В. Алекина, Л.В. Сорокина*. Под ред. *Н.Г. Яговкина*. Самара, 2016. 47 с.

Предназначены для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

ВВЕДЕНИЕ

Молниезащитой называются комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от возможных взрывов, загорания и разрушения, вызванных электрическим, тепловым или механическим воздействием молнии.

Опасность для человека представляет прямой удар молнии, ее вторичные воздействия и занос потенциалов в здания. Прямой удар молнии опасен высоким потенциалом, который может вызвать поражения людей шаговыми напряжениями или прикосновения и высокой температурой канала молнии, которая может вызвать воспламенения или взрыв ЛВЖ, а также механические разрушения в результате повышения давления газов и паров в местах протекания больших токов молнии (до 200 тыс.).

Вторичные воздействия возникают в результате действия электромагнитного поля молнии, ударяющей данного объекта или на расстоянии от него. Они могут вызвать искрения, опасные для взрыво- и пожароопасных помещений, и потенциалы на конструкциях, опасные для человека.

Занос высоких потенциалов в здания возможен по проводам воздушных линий электропередачи, подземным трубопроводам, кабелям, рельсовым путям в результате прямых ударов молнии в коммуникации или вблизи них и может вызвать опасные искрения, явиться причиной взрывов, пожаров и поражения людей.

Ожидаемое число поражения молнией (в год) зданий и сооружений, не оборудованных молниезащитой, определяется по формуле:

$$N = \frac{(S + 3h)(L + 3hx)n}{10}$$

где S- ширина защищаемого здания (сооружения) м;

L- длина защищаемого здания, м;

hx- высота здания по боковым сторонам, м;

n – среднее число поражений молнией одного квадратного км земной поверхности в год в месте строительства здания.

Классификация зданий по уровню молниезащиты

В зависимости от степени опасности, вызываемой ударами молнии, и значимости объектов, все здания и сооружения разделяются на три категории.

К первой категории относятся здания и сооружения, в которых относительно сохраняются или систематически возникают взрывоопасные смеси газов, паров и пыли с воздухом: длительно хранятся взрывчатые вещества в неметаллических упаковках или в открытом виде, имеются герметично закрытые аппараты и оборудование с горючими жидкостями с температурой вспышки 45 С и ниже. Сюда относятся все помещения классов В-I и В-II и здания категории А по ПУЭ. Взрыв таких объектов сопровождается разрушением зданий или человеческими жертвами.

Ко второй категории относятся здания и сооружения, в которых длительно сохраняются или систематически возникают смеси газов, паров и пыли с воздухом, способные взрываться от электрической искры без значительных разрушений или человеческих жертв. Сюда относятся здания 2 категории В, в которых взрывоопасные концентрации возникают в момент аварии, хранилища взрывчатых веществ в прочной металлической упаковке, закрытые герметизированные хранилища аппараты, расположенные вне помещения, в которых хранятся ЛВЖ горючие газы с температурой вспышки 45 С и ниже, с толщиной стенок менее 5 мм, имеющие дыхательные клапаны и газоотводные трубы (например, газгольдеры, цистерны); открытые хранилища ЛВЖ и здания, в которых находятся легковоспламеняемые вещества, загорание которых может вызвать разрушительные последствия (производство и хранение изделий из целлулоида, склады киноплёнки и др.); здания в которых изготавливаются, применяются и хранятся бензин, бензол толуол, ацетилен, сероводород, аммиак, спирты, здания нефтепереработки, топливоподготовки и топливоподдачи, сушильные цехи, и др. помещения классов В-Iи, В-Iг и В-IIа относятся ко второй категории.

К третьей категории относятся здания и сооружения, не вошедшие в первую или вторую категорию, для которых прямой удар молнии опасен только в

отношении пожара, механических разрушений и несчастных случаев с людьми. Сюда относятся все производственные сооружения, в которых отсутствует взрывчатые и ЛВЖ, жилищные сооружения, сельскохозяйственные постройки, металлургические, металлообрабатывающие, деревообрабатывающие предприятия, общественные здания, трубы, башни и т. п.

Молниезащита зданий различных категорий имеет свои особенности. Здания и сооружения первой категории всегда защищаются от прямых ударов молнии, от вторичных проявлений молнии и от заноса высоких потенциалов.

От прямых ударов молнии они защищаются при помощи молниеотводов, наземные и подземные токопроводящие элементы которых должны быть изолированы от частей защищаемого объекта и от любых металлических элементов, имеющих связь защищаемым объектом. Невысокие сооружения (до 15 м) защищаются отдельно стоящими молниеотводами или молниеотводами, устанавливаемыми на самом сооружении, но изолировано от него. Сопротивление растеканию заземлителя не должно превышать 10 Ом, а в условиях грунтов с большим удельным сопротивлением 40-50 Ом, для высоких сооружений (30 м и более) неизолированные молниеотводы устанавливаются на самом объекте стокоотводами, прокладываемыми по стенам, но с соблюдением следующих дополнительных мероприятий:

- импульсное сопротивление заземления не должно превышать 5 Ом.

Заземлитель выполняется в виде конуса, охватывающего все сооружение, на отдельных уровнях (этажах) выравнивают потенциальные между токоотводами и всеми металлическими деталями сооружения посредством замкнутого металлического контура, соединяющего все токоотводы, элементы конструкций и оборудование внутри зданий.

Для защиты от вторичных проявлений молний необходимо все находящиеся в здании металлические предметы и вводы в здание всех коммуникаций надежно заземлить, причем импульсное сопротивление не должно превышать 1 Ом. Если же заземление всех металлических предметов, находящихся в здании, невозможно, заземляется металлическая крыша здания

либо накладывается сетка со сторонами ячеек 8-10 мм на непроводящую крышу и заземляется. Токоотводы от сетки или крыши здания устанавливаются через каждые 15-20 м по периметру здания. Переходные сопротивления мест соединения трубопроводов не должны превышать 0,3 Ом, если же этого нельзя добиться, устраивают перемычки в местах соединения из медной проволоки сечения 16-35 мм². Все трубопроводы, кабельные линии и т.п. заземляются в начале, на концах, на ответвлениях и на вводах в здание. Использование в качестве токоотводов и заземлителей трубопроводов с ЛВЖ и газами не допускается.

Для защиты от заноса опасного потенциала запрещается ввод в здания и сооружения 1 категории проводов воздушных линий электропередачи связи, энергию разрешается проводить лишь кабелями с заземлением оболочек на контур защиты от вторичных проявлений молний. При наличии воздушных вводов устанавливаются специальные защитные мероприятия, которые здесь не рассматриваются.

Заземляющие устройства защиты от прямых ударов молнии выполняются изолированно от заземлителя защиты от вторичных воздействий молнии, защитного заземления и подземных коммуникаций, кроме случаев неизолированной установки молниеотводов.

Сооружения второй категории от прямых ударов молнии защищаются молниеотводами, устанавливаемыми непосредственно на защищаемом объекте. При этом в качестве молниеприемника с установкой спусков к заземлению не реже чем через 15-20 м по периметру. При больших высотах здания (8 м и более) через каждые два этажа устанавливаются выравнивающие контуры, соединенные с токопроводами. Защита от вторичных проявлений молнии осуществляется так же, как и здания 1 категории. Кроме того, допускается объединение заземлителя от прямых ударов молнии с заземлителем от ее вторичных проявлений, при этом величина импульсного сопротивления не должно превышать 10 Ом.

Для защиты от заноса высокого потенциала ввод воздушных линий в здания второй категории считается нежелательным. Рекомендуется применение

кабельных подходов длиной 50 м, воздушных подходов длиной 150 м с заземленными штырями изоляторов и защитным разрядником на вводе в здание.

Молниезащита зданий третьей категории обязательна только для зданий большой высоты, зданий представляющих особую народнохозяйственную, научную или культурную ценность и объектов с большим скоплением людей (школа, стадионы, больницы, театры, и т. д.). В остальных случаях защита устраивается только в районе сильной грозовой деятельности.

Молниеотводы устанавливаются непосредственно на стадиях. Токоотводы прокладываются по стенам. Общее сопротивление импульсному току не должно превышать 25 Ом. Здания с металлической крышей не требуют установки молниеотводов, крыша заземляется через 25-30 м, иногда используют сетчатые молниеотводы с ячейкой 6-9 м, накладываемые на крышу специальной защиты от вторичных проявлений молнии не требуют. Для защиты от заноса высоких потенциалов на вводе в здания воздушных линий устанавливаются разрядники и заземляются штыри изоляторов с сопротивлением 10-20 Ом. Все металлические коммуникации присоединяются на вводе в здания к контуру для защиты от прямых ударов молнии.

Расчет защиты – молниеотводов от прямых ударов молний

Каждый из молниеотводов имеет определенную зону защиты часть производства, в пределах которого с достаточной степенью надежности (99 %) обеспечивается защита зданий от прямых ударов молнии. Для защиты от прямых ударов молнии здания и сооружения должны вписываться в расчетные зоны защиты соответствующих молниеотводов, определяемые графоаналитическим методом.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой $h < 60$ м, представляет собой конус с образующей в виде ломаной линии и основанием с радиусом $r = 1.5h$

Методика расчета сводится к вычислению требуемой высот молниеприемника h , обеспечивающего требуемую зону защиты объекта. Для

этого по чертежам плана объекта устанавливают требуемый радиус защиты r_x на расчетной высоте защищаемого объекта h_x с учетом минимально допустимого приближения к нему молниеотвода. Объектом должен полностью вписываться в границы зоны защиты на высоте h_x определенной конструктивными соображениями.

Расчетную высоту молниеотвода при предварительно установленных значениях h_x и r_x определяют по формулам:

При $0 < h_x < 2/3h$

$$h = 0,67(rx + 1,85hx)$$

при $2/3 < h_x < h$

$$h = 1,34rx + h_x$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой от 61 до 100 м по форме аналогична зоне защиты при $h < 60$ м; в ней основанием конуса на уровне земли пронимается круг радиусом $r = 90$

Расчетная высота молниеотвода

При предварительно установленных значениях h_x и r_x определяется по формулам:

$0 < h_x < 2/3h$

$$h = 112,5 \frac{hx}{90 - rx}$$

$2/3 < h_x < 100$

$$h = 45 \frac{hx}{45 - rx}$$

Как видно из формул возможность применения одиночного молниеотвода высотой от 61 до 100 м ограничивается по допустимому радиусу защиты соответственно неравенствам:

$r_x < 90$ м и $r_x < 45$ м

Таким образом, для протяженных защищаемых объектов, требуемые границы зоны защиты которые на высоте h_x не отвечают этим условиям, необходимы не одиночные, а двойные стержневые или тросовые молниеотводы.

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода одинаковой высоты не более 60 м при расстоянии между одиночными молниеотводами представлена на рис. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных молниеотводов. Ограничение зоны защиты в сечении по середине расстояния

между молниеотводами, определяется по правилу построения зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h_0 . Ширина зоны защиты в середине между молниеотводами r соответственно будет равна на уровне земли $2r$, а на высоте h_x составит $2r \cdot \frac{h-h_x}{h}$. При расстоянии между единичными молниеотводами $a < 5h$, величина $h_0 > 0$. При $a < 5h$ общее защитное действие единичных молниеотводов нарушается ($h-h_0$), и они должны рассматриваться как одиночные.

Высоту молниеотводов h при предварительно установленных значениях h_0 и a можно определить по формуле:

$$h = 0.57h_0 + \sqrt{0.183h_0 + 0.0357a}$$

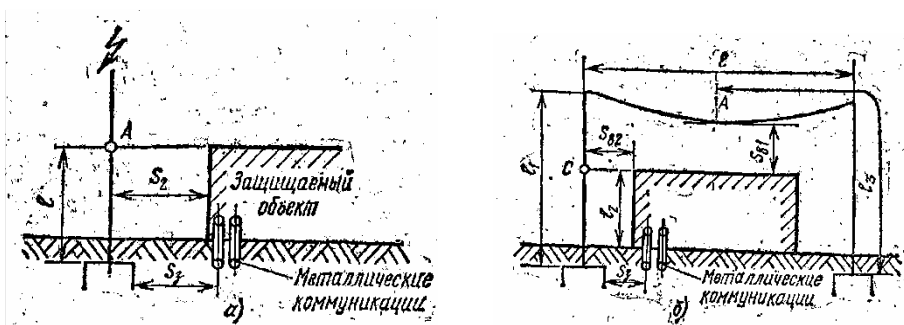


Рис: Отдельно стоящие молниеотводы:
а- стержневой; б-тросовый

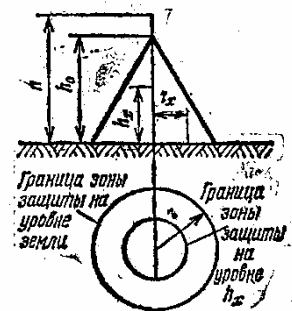


Рис: Зона защиты
одиночного стержневого молниеотвода.

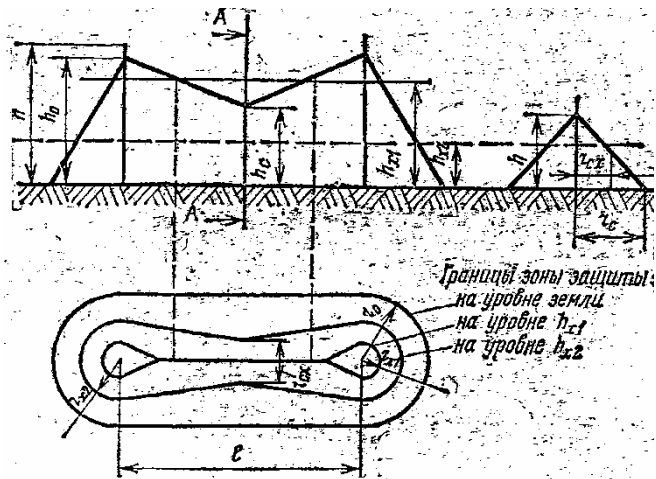


Рис: Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

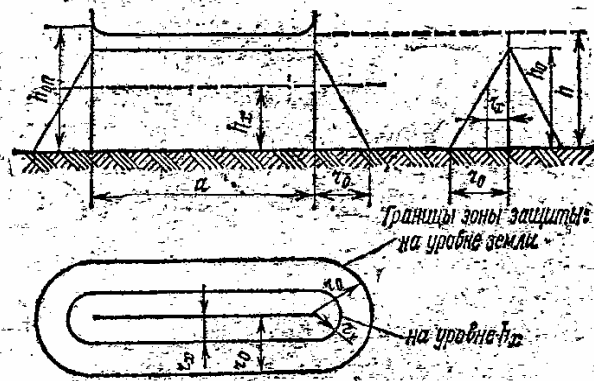


Рис: Зона защиты одиночного тросового молниеотвода

