

своей внешней оболочки. При разгерметизации емкостей высокого давления и мгновенном выбросе топлива образующаяся смесь горит в ядре огненного шара [5]. Моделирование горения углеводородных газов в структуре сферического пламени позволяет количественно описать динамику физико-химических процессов как на поверхности огненного шара, так и в его объеме для массы аварийного выброса топлива [6].

В ходе проведения исследования удалось проанализировать наиболее возможные риски, возникающие при эксплуатации АЗС, выявить наиболее вероятные неблагоприятные события, способные привести к повреждениям и разрушениям АЗС с использованием метода анализа рисков – дерево событий, где максимально наглядно может быть составлена схема причинно-следственной связи. Были составлены возможные сценарии развития аварии для поиска наиболее опасных факторов аварии, способных оказывать негативное влияние на человека и объекты. Данные исследования позволят в дальнейшем использовать математическую модель для определения радиуса поражения зданий, сооружений и населения, и определения безопасного расстояния для опасных объектов – АЗС.

Литература.

1. Топливо смазочные материалы и охлаждающие жидкости., Основные способы получения топлив, [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <http://bibliotekar.ru/5-ohlazhdayuschie-zhidkosti/4.htm>., свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 28.10.2017г.
2. Д.М. Гордиенко, Оценка пожарного риска автозаправочных станций и разработка способов его снижения, дис. к. т. н. Д.М. Гордиенко, 2001.
3. Приказ Федеральной службы экологического, технологического и атомному контролю, Руководство по безопасности., «Методика оценки риска аварии на линейных объектах, транспортирующих взрывопожароопасные жидкости», 2014.
4. R. Bubbico, F. Carbone , J.G. Ramírez-Camacho , E. Pastor , J. Casal Conditional probabilities of post-release events for hazardous materials pipelines., Process Safety and Environmental Protection 104 (2016) 95–110.
5. Б.Е. Гельфанд, Г.М. Махвиладзе, В.Б. Новожилов, И.С. Таубкин, С.А. Цыганов. Об оценке характеристик аварийного взрыва приповерхностного паровоздушного облака. Докл. АН СССР. 1996. Т.321. №5. с.979-983.
6. Г.М. Махвиладзе, Дж.П. Робертс, С.Е. Якуш. Огненный шар при горении выбросов углеводородного топлива. Физика горения и взрыва. 1999. Т.35. №3. с.17-19.

АКТИВНАЯ МОЛНИЕЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ГАЗОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ

А.А. Сайков, магистрант, А.И. Сечин, д.т.н., профессор кафедры ЭБЖ

Национальный исследовательский

Томский политехнический университет

634034, г.Томск, ул.Усова, 7, тел. 8-999-619-64-94

E-mail: lex.a.s@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены результаты расчёта активной молниезащиты для объекта с использованием активного молниеприемника «Prevectron», и результаты расчёта пассивной молниезащиты, а также проведён анализ предлагаемого решение и выявление его преимуществ.

Опасные проявления атмосферного электричества приносят немалый процент в общее количество природных чрезвычайных ситуаций (ЧС). В странах ЕС все больше обращают внимание на организацию защиты активными средствами, имеющую, по оценке западной печати, более высокую степень защиты.

Abstract: The results of calculation of active lightning protection for an object using the active lightning detector "Prevectron", and the results of calculation of passive lightning protection, as well as an analysis of the proposed solution and identification of its advantages are considered.

Dangerous manifestations of atmospheric electricity bring a considerable percentage of the total number of natural emergencies (ES). In the EU countries, more and more attention is paid to the organization of protection by active means, which, according to the Western press, has a higher degree of protection.

Основной текст

Одной из причин инициирования ЧС на автомобильной газозаправочной станции может стать атмосферное электричество, проявляющееся как прямыми ударами, так и скользящими разрядами

[1]. Этот факт и положен в основу изучения вопроса о активной молниезащиты опасного химического объекта.

Анализируя опасность, которую представляет для зданий (сооружений) прямой удар молнии, можно констатировать: разряд атмосферного электричества приводит к гибели и травмированию живых существ, находящихся непосредственно в здании (сооружении) или вблизи него; к повреждению здания (сооружения) и его частей; а так же к отказу находящихся внутри электрических и электронных объектов.

Применение же, появившейся в конце 1990-х годов, активной молниезащиты (АМЗ) обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными средствами защиты [2].

Отличие активной молниезащиты заключается в наличии активного молниеприемника. Его принцип действия основан на генерации высоковольтных импульсов на конце молниеприемника с помощью встроенного электронного устройства. Это позволяет, опережая формирование «естественного» лидера, формировать «искусственный» лидер, который, быстро распространяясь, захватывает молнию на большем расстоянии и направляет её на землю. Следовательно, увеличивается область защиты [2, 3].

Проведем анализ преимуществ активной молниезащиты.

В силу большей области защиты число активных молниеприемников на объект в несколько раз меньше по сравнению числом традиционных молниеприемников. Отсюда вытекают два преимущества по отношению к традиционным системам молниезащиты [2, 3].

Экономический эффект. Применение АМЗ позволяет получить значительную экономию, так как при меньшем числе молниеприемников требуется меньшее число токоотводов. Таким образом, несмотря на довольно высокую стоимость самих активных молниеприемников, за счет экономии на материалах токоотводов достигается экономия на системе молниезащиты в целом. Сюда же можно отнести и растущую простоту монтажа [2].

Меньшее вмешательство в эстетический облик объекта. Данное преимущество особенно актуально при использовании АМЗ в области гражданского строительства (в частности, на коттеджах), где в наш век дизайна владелец недвижимости предъявляет самые высокие требования к внешнему виду здания. Преимущество объясняется просто: меньшее число молниеприемников и токоотводов – меньшее нарушение эстетики объекта при большей площади защиты (рисунок 1).

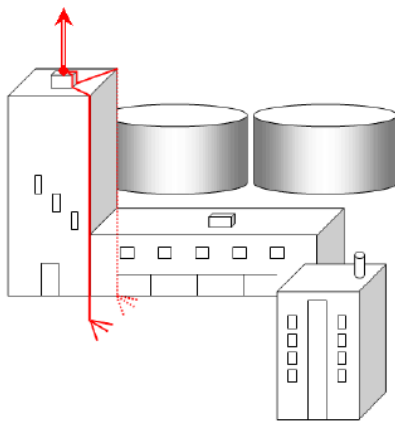


Рис. 1. Активная молниезащита для взрывоопасного сооружения

Рассматриваемый объект: АГЗС находится на границе промзоны и селитебного район (рисунок 2).



Рис. 2. Карта-схема АГЗС

Проведем расчетно-аналитическое исследование построения активной молниезащиты и расчет территориальных защитных радиусов

Для молниезащиты резервуара сжиженных углеводородных газов необходимо выбрать опоры на которых будет крепиться молниеприёмник. Высота опоры зависит от защищаемых зон и высоты защищаемых установок. Иными словами высота опоры должна быть больше высоты защищаемых объектов. Самой высокой точкой на автомобильной газозаправочной станции является резервуар хранения СУГ, высота которого 3,8 м плюс взрывоопасная зона радиусом 180 м, итого получаем 183,8 м [3].

Выбираем стандартную опору ПМС-25, высота которой 25 м, так как высота цистерны всего 3,8 м. Активный молниеприемник крепится к этой опоре на подставке высотой 2 м. Высота самого активного молниеприемника составляет 0,75 м. Итоговая высота опоры с закрепленным на ней активным молниеприемником составляет 27,75 м.

Автомобильная газозаправочная станция относится ко II уровню, т.к. на территории имеются наружные установки содержащие взрывоопасные жидкости и газы.

Проведем выбор активного молниеприемника. Для автомобильной газозаправочной станции с уровнем молниезащиты II лучше подходит молниеприемник типа PREVECTRON S6.60.

Радиус защищаемой зоны R_p молниеприемника PREVECTRON рассчитывается по формуле (2.1) [2].

Для молниеприемника PREVECTRON S6.60 $\Delta T=60$ мкс, $V=1$ м/мкс, находим величину инициации верхнего лидера

$$\Delta L = 1 \cdot 60 = 60$$

Далее определяем защищаемые радиусы на уровне земли:

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

где R_p – радиус защиты молниеприемника на определённой высоте, м; h_x – наибольшая высота защищаемого сооружения, м; D – дистанция удара равна 20, 30, 45 или 60, в зависимости от требуемого уровня защиты (I, II, III или IV) в данном месте установки согласно Инструкции по оценке риска разрядов молнии (NFC 17-102, СН РК 2.04-29); ΔL – инициация верхнего лидера, м.

Величину ΔL можно определить согласно выражению:

$$\Delta L \text{ (м)} = V \Delta T \quad (2)$$

где V – скорость инициации верхнего лидера м/мкс; ΔT – время его инициации, мкс.

$$R_p = \sqrt{27,75(2 \cdot 30 - 27,75) + 60(2 \cdot 30 + 60)} = 90 \text{ м}$$

В результате получаем, что на уровне земли радиус защиты будет равен 90 м.

После того как найдены защищаемые радиусы, начинаем расстановку опор на генеральном плане, исходя из зон покрытия (рисунок 3). Опоры устанавливаются на площадке автомобильной газозаправочной станции, расстояние от фундамента опор до дорог, газопроводов, и других коммуникаций составляет минимум 2 м [3].

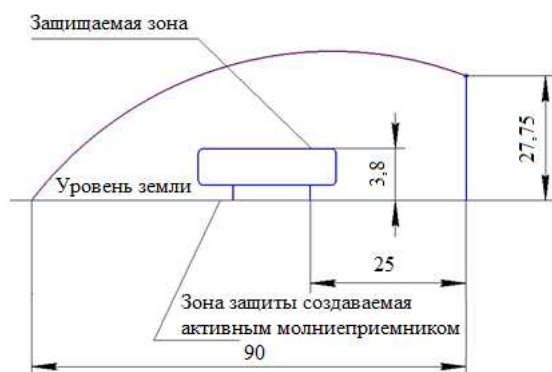


Рис. 3. Общий вид активного молниеприемника и зона защиты резервуара



Рис. 4. План АГЗС с радиусом защиты молниеприёмника

Исходя из данных рисунков 3 и 4, защитная зона активного молниеприёмника полностью покрывает всю территорию автомобильной газозаправочной станции. Чтобы полностью защитить АГЗС достаточно одной опоры с установленным на ней активным молниеприемником PREVESTRON S6.60, так как территория не столь велика.

Оценка среднегодовой продолжительности гроз и ожидаемого количества молниевых ударов

Среднегодовая продолжительность гроз в часах определяется по утвержденным для некоторых областей региональными картами продолжительности гроз, или по средним многолетним (порядка 10 лет) данным метеостанций, ближайшей от места нахождения здания и сооружения.

Ожидаемое количество поражений в год определяем по формуле:

$$N = [(S+6h) (L+6h) - 7.7 \cdot n^2] \cdot n \cdot 10 \tag{3}$$

где S – ширина защищаемого здания = 2,4 м; h – наибольшая высота здания или сооружения = 3,5 м; L – длина защищаемого здания = 10,5 м; n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км² земной поверхности в месте расположения здания.

Ожидаемое количество поражений молнией в год для объекта АГЗС прямоугольной формы длиной 10,5 м, шириной 2,4 м, высотой 3,5 м составляет:

$$N = [(2.4+6 \cdot 3.5) (10.5+6 \cdot 3.5) - 7.7 \cdot 2.4^2] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0.0025711$$

Полученное значение показывает, что поражение молнией АГЗС происходит один раз в 380 лет. Но неизвестно, когда этот акт произойдет. Молния может ударить в любой момент, как в начале работы АГЗС, так и в конце. Поэтому было принято решение сделать расчет молниезащиты для данного объекта.

Построение зоны защиты

Одиночный стержневой молниеотвод. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. 5), вершина которого находится на высоте $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x .

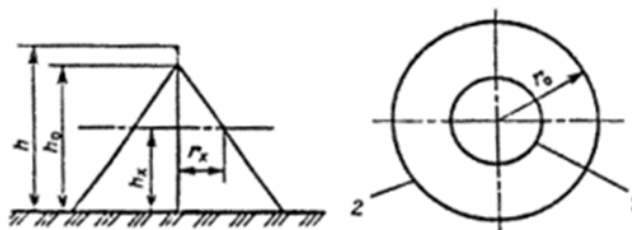


Рис. 5. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода.
1–граница зоны защиты на уровне h_x . 2–то же на уровне земли.

Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м имеют следующие габаритные размеры.

Зона Б:

$$h_0 = 0.92h; r_0 = 1.7 \cdot h; r_x = S/2. \quad (4)$$

Для зоны Б высота $h \leq 150$ м одиночного стержневого молниеотвода при известных значениях h_x и r_x может быть определена по формуле:

$$h = (r_x + 1.63h_x)/1.5 \quad (5)$$

Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого объекта $h_x = 3.5$ м представляет собой круг радиусом $r_x = 1.2$ м.

$$r_x = S/2 = 2.4/2 = 1.2 \text{ м}$$

Высота молниеотвода $h = 4.6$ м.

$$h = (r_x + 1.63 \cdot h_x)/1.5 = (1.2 + 1.63 \cdot 3.5)/1.5 = 4.6 \text{ м}$$

Зона защиты на уровне земли образует круг радиусом $r_0 = 7.82$ м.

$$r_0 = 1.7 \cdot h = 1.7 \cdot 4.6 = 7.82 \text{ м}$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой $h = 4.6$ м. представляет собой круговой конус (рисунок 5), вершина которого находится на высоте $h_0 < h$.

$$h_0 = 0.92h = 0.92 \cdot 4.6 = 4.23 \text{ м}$$

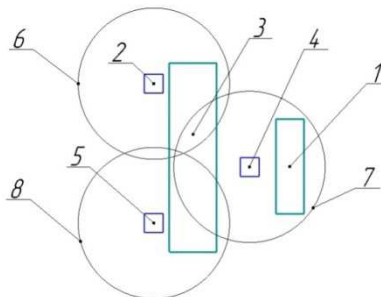


Рис. 6. Схема расстановки стержневых молниеотводов
(1–Малая цистерна содержащая СУГ. 2,4,5–Стержневые молниеотводы.
3–Большая цистерна содержащая СУГ. 6,7,8– Радиусы защиты молниеотводов)

Анализ эффективности предлагаемой молниезащиты

Исходя из проделанной работы, можно увидеть, что, активный молниеприемник является более эффективным, чем пассивный. При использовании активного молниеприемника, радиус защиты $R_p = 90$ м, что позволяет обезопасить территорию объекта от удара молнии полностью. При этом, используется только одна опора, с установленным на неё активным молниеприемником. В случае с использованием пассивного молниеприемника, радиус защиты $R_p = 7,82$ м. С помощью пассивного молниеприемника можно защитить одно, определённое здание или сооружение. Для обеспечения молниезащиты резервуара содержащего СУГ, понадобится 3 опоры (рисунок 6), в то время как в случае с активным молниеприемником, всего одна.

Активный молниеприемник намного лучше, чем пассивный, например: уровнем защиты и экономической составляющей. Для приобретения активного молниеприемника понадобится от 40 до 120 тысяч рублей, и будет достаточно всего лишь одной такой опоры. В случае пассивного молниеприемника, одна опора обойдётся от 5 до 20 тысяч рублей.

Если требуется обезопасить отдельно стоящий объект, то лучше использовать пассивную молниезащиту. Но если объект имеет большую территорию и множество зданий и сооружений, то лучшим вариантом будет являться установка активных молниеприемников. Это экономит денежные средства и затраты времени.

Вывод

Рассмотрено к каким последствиям может привести удар молнии и расчёт молниезащиты для автомобильной газозаправочной станции. Произведён расчёт защищаемых радиусов для активной молниезащиты и приведены рисунки с наглядным представлением зон покрытия.

В ходе проделанной работы, было установлено, где разместить опору с установленным на ней молниеприемником для того, чтобы вся территория АГЗС, в том числе и резервуары, содержащие СУГ были защищены от прямого попадания молнии.

Показано что активная молниезащита гораздо эффективнее пассивной, т.к. для защиты резервуара с СУГ понадобится несколько опор, в то время как с помощью одной опоры содержащей активный молниеприёмник можно защитить всю территорию автомобильной газозаправочной станции.

Литература.

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122-87 Москва, 1987, Минэнерго СССР.
2. Паспорт активного молниеприемника [Электронный ресурс] / типы и паспортные данные Активного молниеприемника; – Электрон. дан. URL: http://molniinet.ru/doc/indelec/Pasport_PRIVECTORN2.pdf, свободный, – Яз. рус. Дата обращения: 04.07.2016 г.
3. Нормы проектирования молниезащиты объектов магистральных нефтепроводов и коммуникаций организаций системы «ТрансНефть». ОАО «АК «Транс нефть»», – 2010г. – 44 с.

ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА НА СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМОМ ОБЪЕКТЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММ РАСЧЕТА

*А.И. Сечин, д.т.н., профессор, Е.И. Чалдаева, аспирант ТПУ
ФГАОУ ВО НИ Томский политехнический университет, г. Томск
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-56-38-98, 8 952 154 46 58
E-mail: katerino4ka_94@mail.ru, auct-68@yandex.ru*

Аннотация: Приводится анализ пожарного риска на социально-значимом объекте с массовым скоплением людей. Установлено, что полученные результаты времени эвакуации в программе СИТИС:ВИМ, могут быть эффективной основой для обоснованного снижения величины пожарного риска для других социально-значимых объектов. Показано преимущество использования современного программного обеспечения при расчете пожарного риска и эффективность ее применения в современном мире. Рассчитанная величина пожарного риска в здании корпуса превышает нормативную величину, что говорит о необходимости изменения режима заполнения учебных аудиторий.

Abstract: The analysis of fire risk on a socially significant object with a mass congestion of people is given. It is established that the obtained evacuation time results in the CITIS:VIM program can be an effective basis for a reasonable reduction in the magnitude of fire risk for other socially significant facilities. The advantage of using modern software in calculating fire risk and the effectiveness of its application in the modern world are shown. The calculated value of fire risk in the building of the building exceeds the normative value, which indicates the need to change the mode of filling the classrooms.

Одной из наиболее актуальных проблем современности является разработка и выявление качественных способов борьбы с пожарами [1]. В современном мире проблема их частого возникновения требует ужесточения ранее принятых норм и введение новых, обеспечивающих наибольшую безопасность нахождения людей в зданиях или в помещениях с массовым пребыванием людей.

Актуальность работы обусловлена тем убытком, который несет общество при пожарах в общественных зданиях, и который часто бывает необоснованно высоким ввиду повышенной величины пожарного риска. На социально-значимых объектах, введенных в эксплуатацию еще в прошлом веке, всегда существует риск возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Современные разработки в области пожарной безопасности и их применение, позволяют разработать эффективные мероприятия по снижению уровня пожарного риска и обоснованно внедрить их на объект защиты. Проблематикой