

УДК 621.316

Авдеев Я.В., студент гр. МЭб-201, II курс

Научный руководитель: Скребнева Е.В., ст. преподаватель кафедры ЭГПП

Кузбасский Государственный Технический Университет имени Т.Ф.

Горбачева

г. Кемерово

Текущие и новые средства молниезащиты в современном мире

Прямой удар молнии в жилые здания, промышленные предприятия и наружные установки представляет огромную угрозу, так как он очень часто является источником пожаров и взрывов, а также причиной выхода из строя электроприемников.

Существует немалое количество определений термина «Молния», но наиболее точно данное понятие можно описать так: **Молния** – искровой электрический разряд в атмосфере; ионизированный канал, образующийся между грозовым облаком и землёй или между облаками с зарядами различной полярности.

Существует несколько типов молний: наземные, внутриоблачные, линейные, а также спрайт-молнии (молнии в верхних слоях атмосферы). Серьезную опасность представляют именно наземные молнии, так как в этом виде молнии происходит непосредственный контакт молниеканала с объектом поражения, при этом возникает термическое, электрическое и механическое воздействие на объект.

Молния образуется в облаках, где под действием ветра капли воды и льдинки наэлектризовываются. Таким образом, получается электрический заряд. Скопившиеся в одном месте электроны, имеющие отрицательный заряд, стремятся к частицам положительного заряда, вызывая появление

электрического тока. При этом в атмосфере возникает столб или канал диаметром около 1 см очень нагретого воздуха до температуры 20000-30000°C, по которому как по проводу и протекает электрический ток. В нагретом воздухе молекулы двигаются и сталкиваются так часто, что начинают светиться как газ в неоновой лампе. В итоге можно наблюдать «зигзаг» молнии.

Отвечая на вопрос, куда же бьет молния, можно сказать, что молнии бьют в те объекты, расстояние от которых до грозовой тучи будет наименьшим. Это могут быть совершенно разные объекты: деревья, металлические вышки, столбы, трубы, дома, здания, самолеты, вода, а также человек. Стоит отметить, что удар молнии с большей вероятностью придется на тот объект, который лучше проводит электрический ток. Еще одним фактором попадания молнии является хорошая связь металлической конструкции с землей, поэтому в черте города под угрозой удара находятся вышки и высотные здания.

Нередки случаи, когда из-за удара молнии страдают не только различные предприятия, но и обычные люди. К примеру, в 1807 году в городе Люксембург молния стала причиной гибели более 300 жителей. Ударив в склад с оружием, разряд воспламенил бочки с порохом, из-за чего, в последствии, ударная волна и пожары разрушили два квартала города. Этот случай наиболее наглядно показывает, насколько важна молниезащита на промышленных предприятиях, имеющих категорию повышенной опасности, а именно хранилища ГСМ и пожаро-взрывоопасных материалов, а также прочих химикатов [1].

В настоящее время существуют нормативные документы по молниезащите, которые регламентируют основные нормы по организации безопасности зданий и электроустановок от прямых ударов молнии, с помощью которых, в определенной мере, возможно уберечь здания, сооружения и наружные установки от молнии, путем различных технических

решений, направленных на борьбу с данным стихийным бедствием, так называемые системы защиты от молнии.

На данный момент существует два типа защиты от молнии – внешняя и внутренняя. Если внутренняя защита направлена на предотвращение перенапряжений в электрических системах здания, то внешняя служит для непосредственного отведения разряда молнии в другую среду (в землю). Стоит также отметить, что внешняя защита от молнии подразделяется еще на два вида – активную и пассивную:

- Активная внешняя защита – принцип работы защиты заключается в том, что активный молниеприемник откликается на увеличение напряженности электрического поля в процессе приближения грозового облака: от напряжения, которое индуцируется данным полем на антенных устройствах, заряжаются конденсаторы, и если напряжение на них доходит до 13000-14000 В, в разрядниках происходит электрический пробой, и на устройстве формируется импульс напряжением более 200000 В, при этом его полярность противоположна полярности имеющего место грозового фронта.

Устройство активного молниеприемника представлено на рис. 1.



Рис. 1. Устройство активного молниеприемника: [3]

1 – наконечник; 2 – корпус, из нержавеющей стали; 3 – блок формирующий импульс; 4 – крепежный винт; 5 – резьбовое соединение с мачтой; 6 – опорная мачта

У данной системы есть как свои преимущества, так и недостатки. К преимуществам можно отнести: высокий уровень защищенности, автономность работы, т.к. данная система не требует дополнительных источников питания, увеличенный радиус работы по сравнению с пассивной системой защиты. Главным недостатком такой системы является гораздо большая стоимость чем у классических способов защиты от молнии.

- Пассивная внешняя защита – главными достоинствами такой системы являются дешевизна, простота системы, в следствие чего именно она является наиболее распространенным способом защиты от молнии.

Пассивная внешняя защита состоит из трех компонентов, а именно: молниеприемника, токоотводов и заземлителя:

- молниеприемник – стержень из металла (стали, меди или алюминия). На него приходится разряд молнии, он всегда находится на максимально высоком участке сооружения. Бывают трех типов: стержневой, тросовый и сеточный;

- токоотводы – проводники из металла, их задача состоит в том, чтобы передать электрический заряд от молниеприемника к заземлителю (в большинстве случаев применяется стальная проволока диаметром от 2 до 30 миллиметров). Их количество может варьироваться и зависит от количества молниеприемников;

- заземлитель – заземляющие устройства представляют из себя металлические пруты, вкопанные в грунт на глубину 2-3 метра, объединенные в один контур металлическими шинами. Его задача рассеивать электрический заряд в землю [2].

Громоотводы пассивного типа на данный момент являются самым распространенным средством защиты внешней среды стационарных объектов от удара молнии, но, несмотря на это, объект не всегда может поддерживать массивный металлический стержень громоотвода, в связи с этим возникает необходимость в готовых к быстрому внедрению активных средств защиты.

Кроме того, традиционные громоотводы не защищают режимные и иные особо важные объекты от прочих эффектов сильных электромагнитных полей, создаваемых ударами молнии, таких как, например, перенапряжения. Перенаправление ударов молнии на другие участки, таким образом, является наиболее подходящим решением для защиты особо важных объектов, таких как аэропорты, нефтеперегонные заводы или даже воздушные суда.

Это стало возможным благодаря разработкам ученых из Национального центра научных исследований (Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS), Париж, Франция. Целью их проекта под названием «Laser Lightning Rod – LLR» является изучение и разработка совершенно новой защиты от молнии, основанной на использовании восходящих разрядов молнии, возбуждаемых сверхмощным (терраватным) лазером с высокой частотой повторения импульсов.

Существующие долгое время, имеющие низкую плотность воздушные каналы, создаваемые лазерами с высокой частотой генерации импульсов, будут инициировать природные восходящие разряды молнии от существующего заземлённого высокого объекта. Демонстрация индуцируемой лазером молнии будет производиться с использованием лазера средней высокой мощности (1000 Вт), с высокой энергией излучения (1 Дж) на площадке по исследованию молнии в Швейцарии. На высоте 2,5 км на горе Сентис ещё на 123 метра возвышается построенная в 1997 году башня экспериментальной станции для исследования грозовых разрядов. В башню на станции Сентис молния попадает более 100 раз в год, поэтому это идеальное место для проведения исследований. Башня является идеальной для сбора экспериментальной информации, получения точных статистических данных и определяющих параметров для эффективного проектирования систем молниезащиты [4].

Подводя итог, можно сказать о том, что разряд молнии может иметь значительное негативное экономическое, социальное и технологическое

воздействие, так как вызывает сбои в работе энергосистемы и системы электроснабжения, пожары, повреждения, травмы и гибель людей. По мере изменения климата и повышения средней температуры во всем мире будет увеличиваться количество грозных бурь и, как следствие, увеличатся повреждения от молнии.

Все эти факторы в совокупности говорят о том, что требуется разработка новых систем молниезащиты и подходов к ней. Лазерный молниеотвод является довольно амбициозным проектом в области молниезащиты, он позволил бы защитить промышленные, химические предприятия, атомные электростанции, а также повысить безопасность воздушного транспорта, особенно на этапах взлета и посадки. Создание защищенных коридоров вдоль взлетно-посадочных полос позволило бы сократить перерывы в работе аэропортов во время грозы, и, следовательно, сократить задержки рейсов, возникающих из-за нее. Кроме того, предотвращение прямых ударов молнии по воздушным судам и имуществу аэропортов значительно снизило бы затраты на техническое обслуживание.

А вот в долгосрочной перспективе лазерные молниеотводы можно будет использовать в сочетании с радиолокационной системой раннего предупреждения, определяющей местоположение активных областей грозных облаков заранее, лазерный луч сможет направляться на эти области и обеспечивать оптимальную защиту [5].

Список литературы:

1. ДЕСЯТЬ КАТАСТРОФ, ВЫЗВАННЫХ УДАРАМИ МОЛНИЙ: ТЯЖЕЛЫЕ УРОКИ ИСТОРИИ // ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗНАНИЙ ZANDZ.COM О МОЛНИЕЗАЩИТЕ И ЗАЗЕМЛЕНИИ [Электронный ресурс]: URL: <https://zandz.com/ru/biblioteka/desyat-katastrof-vyzvannyh-udarami-molnij-tyazhelye-uroki-istorii/>
2. АКТИВНЫЕ И ПАССИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ МОЛНИИ [Электронный ресурс]: URL: <https://220.guru/electroprovodka/zazemlenie-molniezashhita/zashhita-ot-molnii.html>
3. Сафронова И.Г., Шнайдер Н.В., Тарбеев А.С. Традиционные и альтернативные способы молниезащиты объектов // The scientific heritage No 55, 2020 г., - с. 62-64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/traditsionnye-i-alternativnye-sposoby-molniezaschity-obektov/viewer>
4. Европейский проект создания лазерного молниеотвода [Электронный ресурс]: URL: https://www.ruscable.ru/news/2018/08/06/Evropejskij_proekt_sozdaniya_lazernogo_molnieotvod/
5. Thomas Produit, Pierre Walch, Clemens Herkommer, Amirhossein Mostajabi, Michel Moret. The Laser Lightning Rod project // T. Produit et al: Eur. Phys. J. Appl. Phys. 92, 30501 (2020). URL: https://www.researchgate.net/publication/346406031_The_Laser_Lightning_Rod_project