

УДК 53.03

МОЛНИЯ –ПРИРОДНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

А. С. Закуткина, студентка гр. ИЗБ-181, I курс; С. А. Шепелева, к.т.н., доцент
Научный руководитель: Фофанов А. А., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Важной составляющей глобальной электрической цепи, соединяющей Землю с атмосферой, является грозовая деятельность. До настоящего времени не существует единой физической картины формирования молниевых разрядов в облаках. Молния – это мощный электрический разряд, который сопровождается вспышками и громовыми раскатами. Обычно вспышка молнии не бывает одиночной, за ней следуют две, три, а иногда доходит и до нескольких десятков.

Молнии также наблюдаются в песчаных и снежных бурях, в облаках, образующихся над извергающимися вулканами. Наиболее часто встречающаяся форма молнии – внутри облачный разряд, также молния образуется между двумя облаками, между облаком и землей или между облаком и окружающим воздухом.

Рассмотрим процесс образования молниевых разрядов между облаком и поверхностью Земли. Когда воздух сильно нагревается, в атмосфере образуются грозовые облака. Внутри облаков постоянно циркулируют воздушные потоки, сталкивающие между собой заряженные частицы: молекулы воздуха, пылинки, крупинки океанической соли и т.д. При столкновениях заряженных частиц с атомами и молекулами воздуха и между собой происходит «выбивание» электронов, которые становятся свободными. Частицы, которые потеряли свои электроны, приобретают избыточный положительный заряд. Отрицательно заряженные частицы скапливаются в нижней части облака. В результате разделения зарядов в грозовом облаке и в окружающем пространстве создается электрическое поле, напряжённость которого может достигать чрезвычайно высоких показателей порядка $10^5 - 10^6$ В/м. Свободные электроны начинают разгоняться под действием этого электрического поля. Получая огромные скорости, они сталкиваются с атомами и молекулами воздуха, ионизируя их. «Выбитые» электроны также становятся свободными, разгоняются и выбивают электроны из других атомов. Возникают целые потоки электронов, образующие «нити» – стримеры, которые, сливаясь друг с другом, дают начало плазменному каналу. Его называют лидер. Канал ионизированного газа как бы «замыкает» грозовую тучу с Землей накоротко [1].

При прохождении электрического тока (сила тока достигает значений порядка 10 – 500 кА) заряженный воздух, из которого состоит лидер, разогревается до температуры порядка 9500°С и начинает светиться. Таким образом на небе наблюдается молния. Молния обычно имеет форму разветвленной ломаной линии. Это является следствием того, что лидер распространяется не по прямой и не сразу. Лавинообразный процесс ионизации периодически затухает и возобновляется вновь. При этом направление распространения лидера как бы «зависит» от того, где присутствует наибольшее количество свободных зарядов, и распространяется именно туда – по пути наименьшего сопротивления. В дальнейшем эту траекторию с большой точностью повторяет молния. Процесс движения лидера занимает ничтожные доли секунды (длительность всего молниевоего разряда составляет величину порядка 10^{-1} с).

Нагрев воздуха в канале происходит очень быстро, в следствие чего воздух резко расширяется, что представляет собой взрыв, сопровождающийся звуковыми эффектами. Звук, распространяясь в окружающем пространстве, многократно отражается от Земли, облаков, предметов, поэтому наблюдатель слышит раскаты грома, представляющие собой многократное, пришедшее с разных сторон эхо.

Миниатюрную молнию можно смоделировать в домашних условиях. Опыт следует проводить в темном помещении. Потребуется два продолговатых воздушных шарика, которые необходимо надуть и завязать. Затем, следя, чтобы шарики не соприкасались, одновременно натереть их шерстяной тряпочкой. Наполняющий шарики воздух электризуется и, если шарики сблизить, оставив между ними минимальный зазор, то можно увидеть как от одного шарика к другому через тонкий слой воздуха проскочит искра, создавая световую вспышку. Одновременно мы услышим слабое потрескивание — миниатюрную копию грома при грозе.

Простейший современный молниеотвод включает в себя три основных элемента:

- приемник молнии (железный элемент диаметром 10-16 мм, поднимаемый на несколько метров выше крыши строения. Размещаться он может как на самом строении, так и рядом с ним);
- токоотвод (стальной или медный провод достаточно большого сечения);
- заземлитель (проводник, находящийся в соприкосновении с грунтом).

Элементы молниеотвода соединяют между собой и закрепляют на несущей конструкции на самой большой высоте, либо устанавливают отдельно вблизи защищаемого объекта. Рассчитать радиус защитного действия молниеотвода можно по формуле:

$$R = 1,73H,$$

где H – высота от самой высокой точки строения до пика молниеотвода. Повысить радиус действия молниеотвода для данной высоты можно, если разместить на его острие источник γ -излучения, который будет ионизировать воздух.

С увеличением мощности источника увеличивается радиус действия молниеотвода, который таким образом можно увеличить до 100 и более метров [2].

Недавно был предложен молниеотвод, состоящий из струи жидкости, которой нужно «стрелять» с Земли в грозовые облака. Жидкость, используемая в качестве молниеотвода, представляет собой раствор соли с добавлением жидких полимеров. По струе жидкости заряд с грозового облака будет стекать, делая молнию безопасной. Фонтан должен включаться автоматически, когда напряженность электрического поля будет достаточно высокой.

Несмотря на красоту, молния таит в себе риск и опасность для человека. При прохождении разряда молнии через тело человека, чаще всего, наступает смерть, но иногда незамедлительное проведение реанимационных мероприятий спасают жизнь человека: необходимо немедленно делать искусственное дыхание, а при остановке сердца — непрямой массаж. Медики полагают, что человек, выживший после удара молнии (а таких людей немало), даже не получив сильных ожогов головы и тела, впоследствии может получить осложнения в виде отклонений от нормы сердечно-сосудистой и неврологической деятельности.

Чтобы максимально снизить риск поражения молнией, во время грозы нельзя находиться на открытых местах. Если гроза настигла вас на открытом месте, необходимо определить насколько далеко от вас находится грозовая туча. Для этого нужно засечь время между увиденной вспышкой и услышанным раскатом грома. Если промежуток времени составляет 1 с, то грозовое облако находится от вас всего в 300 м, 2 с — 600 м, 3 с — 1000 м.

На открытой местности можно укрыться в небольших углублениях, у подножия высоких склонов. Избегайте возвышенные места, не прячьтесь под одиноко стоящими деревьями, так как возможно короткое замыкание между деревом и человеком (сопротивление человека меньше, чем у дерева, и составляет величину порядка 500 Ом).

Самое безопасное место для укрытия в лесу - мелкие кустарники или деревья с густой кроной. От высоких деревьев лучше всего держаться на расстоянии 4 - 5 м. По статистике, чаще всего молния ударяет в дуб (54%), тополь (24%), ель (10%), сосну (6%).

Список литературы:

1. Бабкин, Д. Защита от молний / Д. Бабкин // Творчество молодых. Вестник студенческого научно-творческого общества КСЭИ: материалы XV межвузовской научно-творческой студенческой конференции, 10 апреля 2012 г. — Краснодар, 2012. — С. 6-12.
2. Мухин, К. Н. Радиоактивный громоотвод / К. Н. Мухин // Занимательная ядерная физика. — М., 1969. — С. 203.