

Дербышев А.П., Шарипов С.З., Гарипов М.М.
кандидат технических наук, доцент, Р.Ф.Юнусов
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева
г. Казань, Приволжский федеральный округ, ул. К. Маркса, 10
E-mail: optanir@mail.ru

Молния как электрический разряд в атмосфере

В греческой мифологии Зевс является богом неба и грома и часто изображается грозным властелином, держащим в руке молнию. Это красивое и вместе с тем опасное природное явление не оставляет равнодушным ни одного человека. Изучать это явление необходимо, так как от удара молнии в мире ежегодно погибают более шести тысяч людей, а еще большее их число получают травмы. Также попадание молнии вызывает пожары бытовых строений и объектов, содержащих то или иное электрооборудование. Ничего хорошего также не произойдет после попадания молнии в самолет или надводное транспортное средство. Трудность изучения молнии связана с непредсказуемостью ее появления во времени и в пространстве. Молния представляет собой электрическое явление в природе.

Электричеством называют все явления, которые связаны с наличием электронов в среде, окружающей атомы вещества. Ключевыми понятиями этого раздела физики являются: электрические заряды и их взаимодействия, электрические токи и их взаимодействия, создаваемые указанными источниками электрические и магнитные поля. Электрические и электромагнитные явления широко используются человечеством в различных областях науки и техники. Достаточно вспомнить электрическую лампочку, электрические двигатели и генераторы энергии, компьютеры, ускорители заряженных частиц и т.д. В то же время электрические процессы повсюду окружают человека и без его воли. Дело в том, что кирпичики-атомы, из которых устроена окружающая нас материя и сам человек, состоят из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно - заряженных электронов. Поэтому электрические взаимодействия позволяют объяснить устойчивость нейтральных атомов и молекул, их взаимодействия, а также многие другие явления. Привычные для нас силы трения и упругости имеют электромагнитное происхождение. Одним из интересных направлений, связанных с электричеством, является исследование электрических разрядов в газе [1-6]. Сам по себе газ – диэлектрик и поэтому не проводит ток. Но если создать между электродами, помещенными в газ высокое напряжение, то происходит пробой газа, и он становится проводящим. В зависимости от сорта газа он начинает светиться различными цветами. Оказывается, что в природе тоже есть подобное явление, называемое молнией. Это только одно из проявлений электричества в природе, но проявление, захватывающее и загадочное. Молнию можно отнести к газовому разряду, который происходит в воздухе [7,8]. Обычно для пробоя межэлектродного промежутка длиной 1 см, в котором находится сухой воздух при нормальном давлении, требуется 30 кВ напряжения. В случае молнии эта величина будет значительно меньше, так как воздух в грозовом облаке влажный и может включать льдинки и другие компоненты. Кроме того, давление на высотах, где обычно происходят молнии меньше атмосферного. Общая длительность молнии вместе с промежутками между импульсами достигает нескольких секунд. В давние времена нашу планету сотрясали мощнейшие грозы, рядом с которыми сегодняшние даже не сравнятся. Ученые нашли молнии также и на других планетах, таких как: Венера, Уран, Сатурн, Юпитер. Можно сказать, что молнии возникают на тех планетах, где есть атмосфера. Любуясь молнией, не следует забывать, что она представляет опасность для людей. Пытаясь понять природу молнии и проводя очередные опыты, трагически погиб российский ученый Георг Рихман. Поэтому при выполнении подобных исследований следует придерживаться техники безопасности, а в грозу не следует укрываться под одиночно-стоящими высокими деревьями. Молния также представляет значительную угрозу для летательных аппаратов, находящихся в воздухе. Три авиационные катастрофы, вызванные попаданием молнии в авиалайнер, унесли жизни 168 человек. Чтобы предотвратить пагубное влияние молнии, фюзеляж самолета оборудуется разрядниками, которые обеспечивают стекание тока с корпуса самолета, а все новые самолеты проходят испытание на попадание молний. Опыт показывает, что особую

опасность представляет попадание молнии в низколетящий летательный аппарат, так как в этом случае самолет играет роль проводящего канала для тока молнии из облака в землю. Несмотря на то, что самолеты на больших высотах более часто поражаются молнией, катастрофы в этом случае практически отсутствуют. Как же возникает молния? Для объяснения возникновения молнии используют теорию пробоя искрового промежутка между катодом и анодом. Роль анода и катода в молнии могут играть: грозовое облако и Земля; два разных облака, а также две части одного облака.

В теоретической концепции создания молнии указывается, что столкновение элементов (капель жидкости, льдинок) в грозовом облаке приводит к возникновению крупных областей положительного и отрицательного зарядов. Образуется своеобразный конденсатор, а вместе с ним возникает электрическое поле. Это поле ускоряет движение электрических зарядов, и при достаточной их энергии эти заряды ионизируют молекулы воздуха. Вследствие этого происходит увеличение числа зарядов и образование электронной лавины. Так образуются каналы с хорошей проводимостью, называемые стримерами. Стримеры сливаются и образуют канал с высокой проводимостью, называемый лидером, который движется к земле. Движение лидера к земной поверхности напоминает движение капель воды по оконному стеклу во время дождя. Капля на окне одно время перестает двигаться, увеличивается в объеме, а затем снова продолжает двигаться. Стример также движется ступенями длиной несколько десятков метров и скоростью до 50 тысяч километров в секунду. Далее он как бы замирает на несколько десятков микросекунд, а затем снова продвигается на несколько десятков метров. Средняя скорость движения лидера к земле составляет 200 тысяч метров в секунду. Под действием лидера выступающие на земле высокие объекты заряжаются противоположным по знаку зарядом и образуют ответный стример, который соединяется с лидером. Именно обратный (снизу-вверх) стример и образует главный разряд молнии. Он протекает по образованному прямым лидером ионизированному каналу со скоростью достигающей 100 тысяч километров в секунду. Так происходит молниевый разряд. Во время этого процесса воздух может нагреться до 30000 градусов. Интересным фактом является, что на земле одновременно происходит 2000 грозных бурь. Несмотря на то, что механизм возникновения молнии в общих чертах достаточно хорошо понят, осталось много вопросов, которые требуют дальнейших исследований.

Литература

1. Yunusov R.F. Theoretical study of electron concentration distribution in positive column glow discharge with longitudinal gas stream// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1982. Т. 43. № 4. С. 1100-1103.
2. Yunusov R.F. Distribution of electron concentration in a discharge with nonuniform ionization over the cross section// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1985. Т. 48. № 5. С. 591-592.
3. Yunusov R.F. Characteristics of a longitudinal glow discharge // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1985. Т. 48. № 2. С. 214-219.
4. Yunusov R.F. Distribution of electron concentration and the electrical field intensity in a discharge with transverse gas pumping// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1988. Т. 54. № 1. С. 76-80.
5. Yunusov R.F. Distribution of electron concentrations in a discharge with nonlinear sources for appearance and disappearance of particles// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1990. Т. 59. № 2. С. 990-994.
6. Юнусов Р.Ф. Температурное поле нейтральных частиц в плазме тлеющего разряда//Актуальные вопросы современной науки. Сборник научных трудов по материалам международных конкурсов: «Лучший научно-исследовательский проект 2016», « Лучшее научное эссе 2016». Научный центр «Олимп». М., 2016, С.821-827.
7. Юнусов Р.Ф., Шарипов С.З. Молниевые разряды в атмосфере//Современные научные исследования и разработки. 2016. № 4 (4). С.96-101.
8. Шарипов С.З., Дербышев А.П. Электричество в природе// Наука в движении: от отражения к созданию реальности. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (электронное издание). Издательство «Перо». М., 2016. С.205-207.