

УДК 533.9.03-551.594

Физическая природа шаровой молнии

Макаренко Л.С., Сычёва Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент СУХОДОЛОВ Ю.В.

Шаровая молния – это светящийся шар, который возникает во время грозы. Обычно это красный, хотя часто сообщалось о светящихся шарах других цветов, в том числе желтый, белый, синий и зеленый. Размеры очень разные, однако самый распространенный диаметр составляет около 15 см.

Шаровая молния – сильно отличается от обычных газов: она не занимает весь объем, который предоставлен для неё и не смешивается с воздухом. Большинство наблюдателей говорят о четкой (хотя и не всегда гладкой) границе, отделяющей шаровую молнию от окружающей атмосферы, которая сохраняется в течение всего времени жизни шаровой молнии, достигающей иногда до 1 мин или более. Движение шаровой молнии также не приводит к размыванию этой границы и к перемешиванию вещества молнии в воздухе несмотря на то, что за время жизни она может проходить большое расстояние. Её поведение существенно отличается от поведения хорошо известных нам нагретых газов [1].

Движение шаровой молнии в условиях безразличного равновесия, при котором сила тяжести уравновешена архимедовой силой, определяется как электрическими полями, так и движением воздуха. Скорость движения шаровой молнии находится в интервале 0,1-10 м / с. Средняя скорость движения оценивается в несколько метров в секунду [1].

Удивительной особенностью движения шаровой молнии является ее способность находить отверстия и проникать в них, проходить через щели. Согласно некоторым данным, в 104 случаях из 2082 шаровая молния проходила через щель, размер которой был меньше ее диаметра.

Обычно она случается в грозовую погоду, может появиться как бы из металлических объектов и приборов (розеток, радиоприемников, батарей отопления) или просто возникнуть в воздухе. Пик сезонного распределения наблюдения шаровой молнии приходится на июль. Характер движения шаровой молнии плавный в горизонтальном направлении, хотя возможно движение и по вертикали или по сложной траектории, а также катиться по земле или отскакивать от нее как мяч.

Чтобы объяснить направленное вниз движение шаровой молнии, необходимо предположить, что ее плотность превышает плотность воздуха. Если бы мы исходили из того, что шаровая молния поднимается преимущественно вверх, то нам пришлось бы считать её плотность меньше, чем плотность воздуха. Наконец, при отсутствии явно выраженного движения шаровой молнии вверх или вниз, приходится считать плотность вещества в ней сравнимой с аналогичным показателем окружающего воздуха [2].

Таким образом, шаровая молния движется горизонтально или падает вниз, не приобретая большой скорости. Это определенно указывает на то, что плотность её вещества почти равна плотности окружающего воздуха или немного превосходит её. Вследствие этого на движение шаровой молнии слабо влияет сила тяжести, и именно в этом состоит одна из причин необычности этих движений: они кажутся нам такими же странными, как и движение тел в состоянии невесомости [2].

Движение может неожиданно изменяться. Когда заряд меняется, молния может внезапно начать падать или подниматься вверх. Если молния полностью теряет свой заряд во время движения, это еще не означает, что электрическое поле больше не влияет на неё. На расстоянии, равном диаметру шаровой молнии, разность потенциалов электрического поля, которая возникает во время грозы, может достигать нескольких киловольт. Под действием поля вещество шаровой молнии будет поляризоваться, вызывая электрические заряды. Силы поляризации, действующие на незаряженную шаровую молнию, перемещают её в область, где напряжённость электрического поля больше. На большой высоте поле однородно и электрические силы не влияют на движение шаровой молнии, когда она не заряжена. Однако

вблизи поверхности земли незаряжённая шаровая молния будет притягиваться к заряженным проводникам независимо от знака их заряда, что и наблюдается довольно часто. Возможно, этим и объясняется её упорное стремление проникать в закрытые помещения даже через узкие отверстия. После контакта с проводником часть индуцированного заряда нейтрализуется и молния, таким образом, снова может снова получить заряд одного знака [2].

Учёный Рихман проводил исследования шаровой молнии на крыше своего дома. Он установил железный шест, изолированный от земли. К шесту была привязана проволока, которая вела в одну из комнат дома. На конце проволоки был прикреплен своеобразный измерительный прибор – металлическая шкала, квадрант и шелковая нить. По отклонению шелковой нити при помощи шкалы ученый вычислял величину исследуемого атмосферного электричества. Георг Вильгельм постоянно усовершенствовал свой прибор, соединяя его с другими приборами, изобретенными его коллегами. По сути Рихманом был изобретен первый в мире электроскоп, который использовал градуированную шкалу для измерения величины атмосферного электричества – до него вопрос о величине электричества не стоял [3].

6 августа 1753 года, во время очередных исследований Рихманом грозových разрядов, ученый был смертельно поражен внезапно появившейся на конце проводника его электроскопа шаровой молнией. Трагическая смерть Георга Вильгельма всколыхнула всю научную общественность не только России, но и практически всего мира. В России даже временно запретили любые опыты, связанные с атмосферным электричеством [3].

Таблица 1 – Виды шаровых молний

№	Цвет	Форма и диаметр (см)	Характер движения	Длительность явления	Способ появления	Способ исчезновения
1	Оранжевый	Шар, 10	Шар поднялся на уровень примерно полтора метра и пролетел буквой Г по комнате	Больше минуты	Шаровая молния выдувается как мыльный пузырь из розетки в углу	“Ударил” в печь и выбил из нее кирпич на пол
2	Полупрозрачный белый шар, т.е. Сквозь него было видно все, что располагалось за ним.	Неправильная, 30	Спокойно висела в воздухе	Около 20 секунд	Из стартера лампы (алюминиевый такой бочонок) “выдулся” шар	После “молния” медленно уплыла в дальнюю комнату, где в углу располагался счетчик электроэнергии и “вошла” в него.
3	Бело-голубая	Грушевидная, 40	Начала быстро двигаться по комнате.	40 секунд	Залетел через дымоход	Притянулась к батарее и исчезла с резким шипением.
4	Неяркий красный	Шар, 25	Он медленно скатился по подушке на шерстяное одеяло	35 секунд	Шар залетел в комнату через форточку	Мать голыми руками стала его забивать. От первого удара шар рассыпался на множество мелких шариков.
5	Голубой	Эллипсоид, 8	Двигалась горизонтально, однако нередко опускалась вниз	7 секунд	Прошла через стекло	Медленно поплыл в сторону электророзетки и в ней исчез

Время жизни шаровой молнии: время существования шаровой молнии в природе определить очень сложно, потому что никто не наблюдал шаровую молнию от момента ее рождения до смерти. К тому же вряд ли кто, столкнувшись с этим явлением, станет засекают время по часам, поэтому ощущения у наблюдателей субъективны. Тем не менее, сравнивая факты и воспоминания очевидцев, мы пришли к выводу, что жизнь большинства шаровых молний недолговечна: от 7 до 60 секунд.

Размер и форма: по опросам, проведенным у очевидцев, видевших шаровую молнию, она имеет несколько форм:

1. Шар
2. Эллипсоид
3. Грушевидная форма
4. Неправильная форма

Размер её варьирует от 8 до 40 см в диаметр.

Цвет: цветовая гамма довольно разнообразна - молния может быть желтая, оранжевая, красная, белая, голубоватая, зеленая, от серого до черного.

Характер движения: распространено мнение о том, что шаровая молния плывет, медленно вращаясь, со скоростью 2-10 м/сек. Догнать бегущего человека для нее не составляет труда.

Способ появления: чаще всего залетает в щели или открытые окна, также может возникнуть из розетки.

Способ исчезновения: свои визиты молния обычно заканчивается взрывом, иногда распадается на несколько частей или просто угасает.

Вывод: посмотрим, как цвет шаровой молнии влияет на её характер движения. Так, оранжевая молния поднимается на высоту 1-1,5 метра и равномерно пролетает в воздухе, вырисовывая некоторые фигуры, например, букву Г. Для белых молний характерно спокойно повиснуть в воздухе на непродолжительное время. Голубые молнии отличаются своим стремлением быстро передвигаться по воздуху. И наконец, красные молнии медленно и плавно пытаются опуститься вниз. Таким образом, можно утверждать, что шаровые молнии в зависимости от своего цвета имеют разные траектории пути.

Литература

1. Квасов, Н.Т. Шаровая молния: гипотезы и факты / Н.Т.Квасов. – Минск: Издательский центр БГУ, 1989. – 254 с.
2. Леонов, Р.А. Загадка шаровой молнии / Р.А. Леонов. – Москва: Наука, 1965. – 196 с.
3. Стаханов, И.П. Физическая природа шаровой молнии / И.П. Стаханов. – Москва: Атомиздат, 1979. – 208 с.