# Физическая модель шаровой молнии

Николай Носков

На протяжении столетий многие исследователи во всем мире пытались раскрыть секрет шаровой молнии (далее ШМ), однако природа ее пока все еще остается тайной за семью печатями. Так, в монографии Дж. Барри «Шаровая и четочная молнии» [1] (1983) упоминается около четырехсот авторов, которые изучали явление ШМ. Среди них Ломоносов и Рихман (1753), Тейт (1880), Риманн (1897), Гезехус (1899). Особый интерес вызывают авторы, в работах которых высказаны более или менее реальные гипотезы природы ШМ: Рабат (высоковольтный электрический разряд в разряженном газе); Капица [2] (ШМ подпитывается невидимым каналом линейной молнии); Смирнов [3] (перезарядка ионов в плазме на многоэлектронных примесях); Барри (горение углеводородов), Стаханов [4] (образование высокотемпературных кластеров – высокомолекулярных пленок в виде пузырей) и др.

В 1975...1977гг. Стаханов буквально предпринял штурм по попытке вскрыть природу ШМ. Через журнал «Наука и жизнь» он обратился к населению бывшего СССР с просьбой к очевидцам прислать описания явления ШМ. Пришло более тысячи писем. Стаханов провел обработку полученных сведений. Результаты можно выразить его же словами: «материалы опроса населения еще раз подтвердили, что реальность ШМ не вызывает сомнений, как и то, что вопрос о ее происхождении продолжает оставаться открытым». И следует добавить: «...и пока какая-либо из высказанных гипотез не будет реализована в эксперименте».

Анализ описаний очевидцев показал, что ШМ:

плазменное образование, имеющее температуру в широких пределах 500...1500°С (судя по следам оплавления металлических вещей, нагреванию воды в сосудах, ожогам деревьев во время разрушения ШМ). Вместе с тем излучение тепла и лучистой энергии до ее разрушения настолько мало, что она не оставляет никаких следов даже при пролете почти вплотную;

шаровидное светящееся образование с четкой границей, отделяющей ее от окружающей среды. Движение ШМ не приводит к размыванию этой границы в воздухе (как при горении, например). Оболочка ШМ устойчива и упруга в условиях сильной деформации (при проникновении через щели и отверстия), причем шаровидная форма образования немедленно полностью восстанавливается;

имеет большой разброс величин энергий (разрушены, например, кирпичная дымовая труба, угол кирпичного дома; образовано углубление в асфальте; нагрета вода в ведре и т.д.);

способна иметь большой величины электрический заряд, какой не может нести обычное тело такого же объема и массы. (Его силы достаточно, чтобы убить человека, животное, расплавить провода в радиоприемнике или в телефоне, как при коротком замыкании большого тока).

имеет аномально большое время жизни, колеблющееся от 1 сек до 2 мин. У обычной плазмы оно составляет примерно 10–3 сек, а рекомбинация ионов длится всего 10–10 сек (!)

движется таким образом, что можно сделать заключение: направление ее движения зависит не только от направления ветра, но в большей степени – от напряженности магнитного поля, поскольку она либо выталкивается в область с пониженной напряженностью (закрытое помещение), либо движется по эквипотенциальным линиям магнитного поля (огибает строения, ландшафт на определенном расстоянии). При этом вертикальное электрическое поле на ее движение никак не влияет;

является продуктом линейной молнии (далее ЛМ), либо другого электрического разряда.

**Гипотеза квантовой природы ШМ**

Явления, сопровождающие разрушение ШМ, такие как схлопывание, взрыв, большие токи, освобождение тепловой энергии, сохраняющейся при относительно длительном существовании ШМ, – все это принадлежности некой конструкции, долженствующие проявляться естественным образом при соответствующих предпосылках в атмосфере Земли. Анализируя свойства ШМ и характеристики электрических и магнитных полей Земли способом моделирования физических процессов, происходящих при разрядах ЛМ в атмосфере, можно предложить новую гипотезу природы ШМ.

Отклонение ЛМ от вертикального положения наблюдается регулярно. Происходит это из-за того, что проводимость атмосферы неравномерна, поскольку неоднороден химический состав, плотность и влажность воздуха. Можно также часто видеть, как от основного канала молнии отрываются боковые рукава, которые почти мгновенно исчезают в атмосфере. Некоторые из них попадают в благоприятные для появления ШМ условия. Отклонения ЛМ могут произойти и при ударе ее о поверхность Земли, дерево или опору ЛЭП. Что же при этом происходит?

При отклонении ЛМ от вертикального положения в восточном или западном направлениях она попадает под влияние скрещенных магнитного и электрического полей Земли. Электроны плазмы в канале молнии, вращаясь под действием магнитного поля по ларморовскому радиусу (под действием сил Лоренца), одновременно выталкиваются электрическим полем из плазмы за пределы облака положительных ионов. Если при этом силы электростатического притяжения между ионами и электронами оказываются равными центробежным, то электроны попадают на устойчивые квантованные (с квазиклассическим приближением) орбиты вокруг облака ионов и сжимают его в магнитной ловушке.

Такое долгоживущее образование может иметь большой спектр величин запасенной энергии (в нескольких ее видах). Самую существенную ее часть составляет потенциальная электростатическая энергия разделенных зарядов.

Посмотрим, как согласуется предполагаемая модель ШМ с условиями в атмосфере Земли. Силовые линии магнитного поля Земли направлены с севера на юг. Магнитная индукция его колеблется в пределах 3·10–5...7·10–5 Тл. Напряженность электрического поля, направленного вертикально – от 2,5 до 130 В/м и может достигать во время грозы гораздо больших величин.

Рассчитывая условие равновесия оболочек на орбитах для наиболее распространенного случая наблюдаемой ШМ диаметром 10 см, получим следующие данные: скорость электронов на орбитах – 80м/с (сравните, скорость электронов в канале ЛМ – ≤105 м/с); магнитная индукция для получения ларморовского радиуса 5см при скорости электронов 80м/с должна быть 10–8 Тл (сравните, магнитное поле Земли – 3·10–5 Тл). Таким образом, для образования ШМ необходимо, чтобы скорость электронов в ЛМ весьма замедлилась, а магнитная индукция Земли была бы сильно ослаблена.

Замедление скорости электронов вполне возможно при отклонении рукава ЛМ от основного канала. Что же касается ослабления магнитной индукции, то оно может произойти лишь вблизи канала ЛМ, как результат влияния ее вихревого магнитного поля, поскольку она представляет собой ток, который может достигать величины 4·104 А.

Расчет также показывает, что для образования одной электронной оболочки ШМ (принятой величины) необходимо примерно 2·109 электронов (исходя из принципа Паули). А для того, чтобы конструкция ШМ была устойчива к магнитному полю Земли, таких оболочек необходимо около 103. В этом случае ионизация плазмы составит всего около 1%, что вполне реально при таких температурах.

Состояние материи, которое достигается разделением зарядов и образованием устойчивой конфигурации с движением электронов в оболочках вокруг облака положительных ионов, уже не может называться плазмой, поскольку нарушена ее квазинейтральность. Вместе с тем, при разрушении ШМ вещество вновь проходит состояние плазмы. При этом выделяется тепловая энергия, которая была законсервирована работой электрического поля в потенциальной энергии разделения зарядов и в движении электронов на орбитах.

Законсервированная энергия магнитного и электрического полей в ШМ может выделяться при ее разрушении не только в виде тепла, но и еще в двух уникальных проявлениях.

Так, если толщина (количество) электронных оболочек значительна, то связь наружных оболочек с «ядром» из ионов ослаблена, и они могут инициировать мощный импульс тока, соприкоснувшись с проводником. При этом ШМ сначала частично разрядится, а затем заберет этот заряд обратно. При полном ее разрушении также возникает двойной импульс тока: разряжается сначала оболочка из электронов, а затем ионы из «ядра» забирают эти электроны назад и рекомбинируют с выделением тепла.

Кроме этого, ШМ может «работать» и как вакуумная бомба. Дело в том, что начальная температура атомов и ионов внутри оболочки из электронов, служащей непроницаемым барьером для атомов и электронов как изнутри, так и снаружи, не может из-за потерь на излучение долго сохраняться. Разряжение, которое появляется при этом внутри оболочки, увеличивается до тех пор, пока она не будет раздавлена разницей давлений и не схлопнется (это и определяет время жизни ШМ). Если толщина оболочки небольшая, то схлопывание произойдет мягко, без особых эксцессов (как в большинстве наблюдаемых случаях), но если эта толщина значительная, то схлопывание приобретает характер взрыва, вызывая сильные разрушения. Взрыв происходит на фоне импульса тока на проводник и выделения тепловой энергии рекомбинации ионов.

Необходимо указать на возможное разнообразие химического состава ШМ (на что явственно указывает цвет излучения). Скорость электронов в ЛМ колеблется в широком диапазоне, следовательно, и температура плазмы также имеет различные значения, что определяет, в свою очередь, атомы каких газов могут участвовать в образовании ШМ.

Итак, поскольку для ее появления требуются особые предпосылки в атмосфере Земли, шаровая молния, во-первых, достаточно редкое явление; и, во-вторых, не получена (хотя бы случайно) в лаборатории. Последнее осуществимо лишь при создании ряда необходимых условий, а именно:

наличие ослабленного магнитного поля поперек движения плазмы сообразно величине, рассчитываемой ШМ (по количеству атомов и молекул при предполагаемой температуре);

создание сильного электрического поля, скрещенного с магнитным и с направлением движения плазмы;

удлинение времени жизни плазмы (например, с помощью перезарядок на многоэлектронных ионах), чтобы оно было больше времени дрейфа электронов до попадания их в оболочку под действием электрического поля;

создание движущейся плазмы в скрещенных магнитном и электрическом полях. Для этого необходима специальная лабораторная установка (например, по типу описанной в книге В.Г.Чейса и Г.К.Мура «Взрывающиеся проволочки» М. 1963 [5]) и легированный материал (металл с примесями), имеющий малую работу плавления, испарения и ионизации.

**Список литературы**

Дж. Барри. Шаровая молния и четочная молния. Пер. с англ., Мир, М., 1983.

П.Л.Капица. О природе шаровой молнии. Докл. АН СССР, т. 101, №2, стр. 245, 1955.

Б.М.Смирнов. Процессы в шаровой молнии. Ж.Техн. Физ., т. 47, стр. 814, 1977.

И.П.Стаханов. О физической природе шаровой молнии. Энергоатомиздат, М., 1985.

Взрывающиеся проволочки. Сб. под ред. В.Г.Чейса и Г.К.Мура, пер. с англ., Изд. ин. лит., М., 1963.

Чинарёв И.П. Подходы к объяснению шаровой молнии. НиТ, 1999.

Маханьков Ю.П. Условия образования шаровой молнии. НиТ, 2000.

ФедосинС.Г., КимА.С. Шаровая молния: электронно-ионная модель. НиТ, 2000.

Резуев К.В. Шаровая молния. НиТ, 2002.