

А.А. Кузнецов, Л.В. Фуров

Владимирский госуниверситет, 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87

Генерация и исследование шароидов электромагнитной природы в свободной атмосфере

Приводится описание и методика эксперимента по генерации в свободной атмосфере шароида электромагнитной природы. Экспериментально доказана возможность искусственного получения долгоживущего плазменного образования. Делается попытка выявления факторов, влияющих на формирование плазменной устойчивой структуры и ее вырождение в вихревое кольцо. Предлагается к обсуждению представление авторов о возможности генерации естественных шароидов электромагнитной природы.

Получение долгоживущих плазменных образований (ДПО) в свободной атмосфере сопряжено с необходимостью формирования устойчивой структуры, способной существовать относительно длительное время (секунды).

Для получения ДПО использовался электровзрыв проводящей диафрагмы в плазменной пушке импульсом тока до 15 кА. Конструкция плазменной «пушки Вуда» представляет собой электродную систему типа «кольцо-штырь».

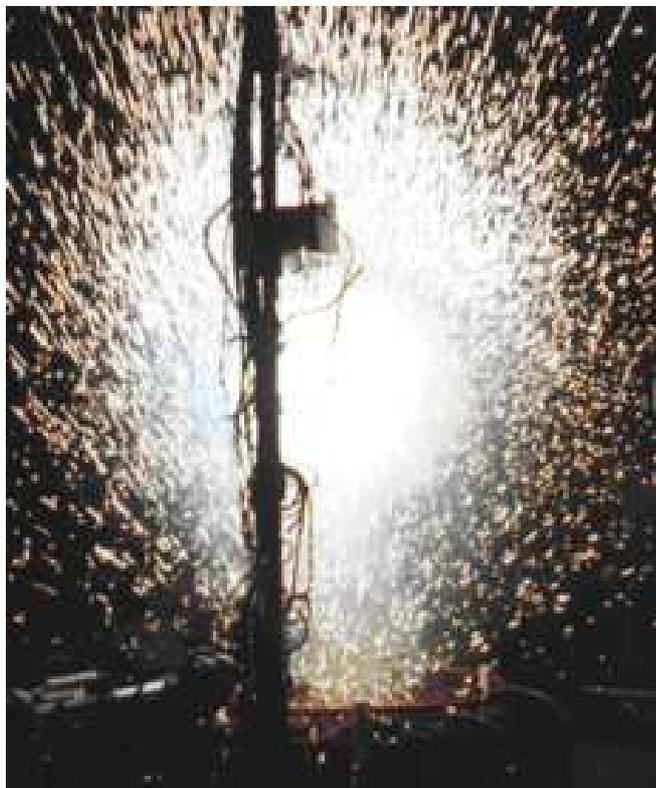


Рис.1. Компьютерная версия фотоснимков ШЭМ через 0,3 с после импульса. На переднем плане – измерительная стойка. Внизу – участок кольцевого тоководода.

Такая система токоподводов обеспечивает необходимую конфигурацию магнитного поля в области разрядного промежутка [1]. При протекании импульса тока по горизонтальному кольцевому и вертикальному линейному токоподводам организуются осевая и меридиональная циркуляции соответствующих векторов напряженности магнитного поля. При суперпозиции напряжённостей магнитных полей силовые линии магнитного поля в окружающем пространстве будут представлять собой винтовые линии на поверхности тора. Совокупность таких линии может «замкнуть» область, аккумулирующую энергию электромагнитного поля [2].

Импульс электрической энергии, генерируемый индукционным накопителем [3] на металлическую диафрагму, приводит к быстрому ее ра-

зогреву с радиальным градиентом температуры и испарением. Раскаленные частицы диафрагмы веерно разлетаются, а от места подрыва раскаленный газовый объем [4, 5] поднимается вертикально вверх в форме ослепительно белого шароида (рис.1).

Через 0,5 с после импульса этот объем представляет однородно сияющий шароид светло-желтого цвета диаметром до 35 см [1, 2]. При замедленном подъеме он теряет однородность оптической плотности и «разваливается» на 2 – 3 шароида (рис. 2, *а*), которые быстро (0,2 -0,3 с) и одновременно исчезают в результате потери лучистой тепловой энергии (высвечиваются). Это наиболее повторяемый сюжет эволюции шароидов электромагнитной природы (ШЭМ). При определенных условиях эксперимента (см. ниже) либо исходный, либо один из структурных шароидов «задерживается», приобретая метастабильное состояние (рис.2, *б*), характеризующее селективным лучеиспусканием с максимумом в диапазоне зеленого цвета и временем послесвечения до 2 с.

На формирование ДПО определяющее влияние оказывают состав и структура подрывных диафрагм, длительность импульса тока и скорость нарастания переднего фронта импульса тока. В «успешных» опытах подрывался пакет медных решеток. Возможно усиление эффекта при использовании иных электропроводящих материалов и полупроводников [6]. Значения длительности электрического импульса в пределах от 50 до 100 мс и скорости нарастания переднего фронта импульса тока 1 кА/мс являются оптимальными для гарантированной организации ДПО [7, 8]. Объемная плотность энергии ШЭМ радиусом

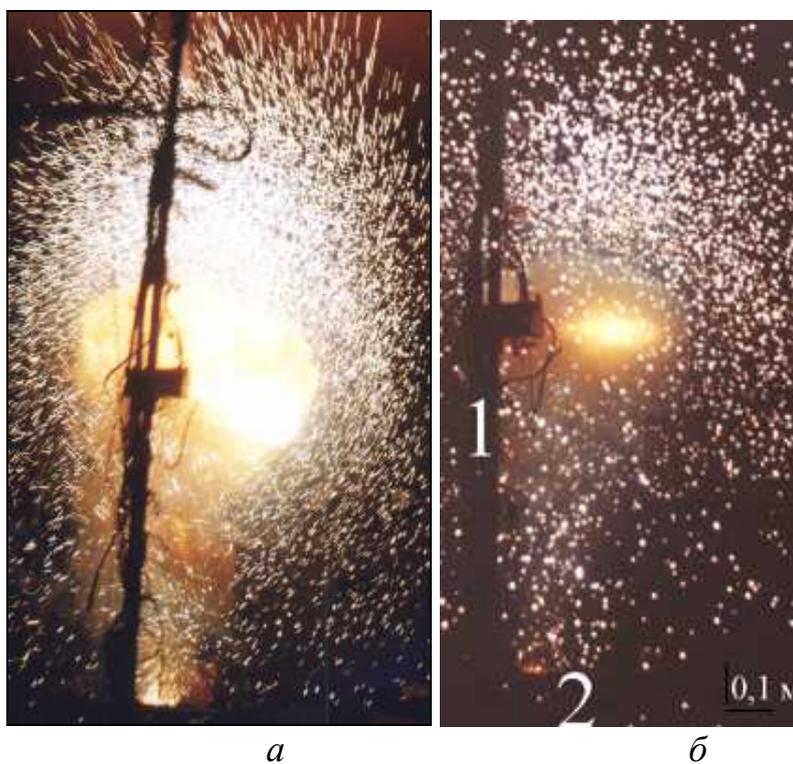


Рис. 2. Компьютерная версия фотоснимков ШЭМ через 0,7 с (*а*) и 1 с (*б*) после импульса. Масштаб указан снизу. Горизонтальные диаметры: ШЭМ – до 35 см; ДПО – 15 см. Обозначения: 1 – измерительная стойка, 2 – плазменная пушка.

до 35 см оценивается величиной $0,8 \text{ Дж/см}^3$.

Во время экспериментов проводилась фотосъёмка (рис. 1 – 3)) на цветную фотоплёнку «Кодак» фотоаппаратом «Зенит ЕТ» с объективом МИР-1В (диафрагма 8, выдержка $1/125 \text{ с}$) с расстояния 4 м в затемнённой лаборатории. По результатам визуальных наблюдений и анализа цветных фотоизображений ШЭМ с использованием программного обеспечения "Adobe Photoshop" выделены три основные внутренние структуры разной оптической плотности [4, 5]. Центральная «чёточная» структура погружена в светло-зеленую область. Замыкает обе области более развитая желтая область, характерным свойством которой является наличие резких внешних границ внутри ШЭМ, организующих форму оптического объекта, названного ДПО.

Сильное разрежение, турбулентный обдув раскаленного объема холодным газом среды создают необходимые условия [9] для генерации высокодисперсного аэрозоля (ВДА), который реализуется в ШЭМ (рис.1 - 3), и далее формирует большую часть его объема. ВДА характеризуется полидисперсностью и при электровзрыве медной проволоки и алюминиевой фольги при нормальных условиях состоит из окислов, нитридов и паров воды.

Центральная «четочная» структура (ядро ДПО) в проекции напоминает конечную плоскость Мебиуса. Такое статическое представление односторонней поверхности при переходе к реальной трехмерной динамической структуре может указывать на наличие тора с закруткой его меридианов относительно осевой окружности, т.е. динамики с устойчивой поверхностной тороидальной гармоникой. Авторы предполагают, что центральная четочная форма имеет источником своего происхождения – мощное, импульсное, локализованное электромагнитное поле.

Ось массового выброса при электровзрыве проходит через область максимальной плотности частиц и наклонена вправо (см. рис. 2) от вертикали ≈ 3 градуса. Ось проходит через центр области теплового излучения ШЭМ, но не проходит через геометрический центр ДПО. На снимке видно, что центр ДПО смещен в сторону (на снимке – вправо) от оси. Возможно, ДПО имеет возможность самостоятельного движения. Но авторы придерживаются уже указанной

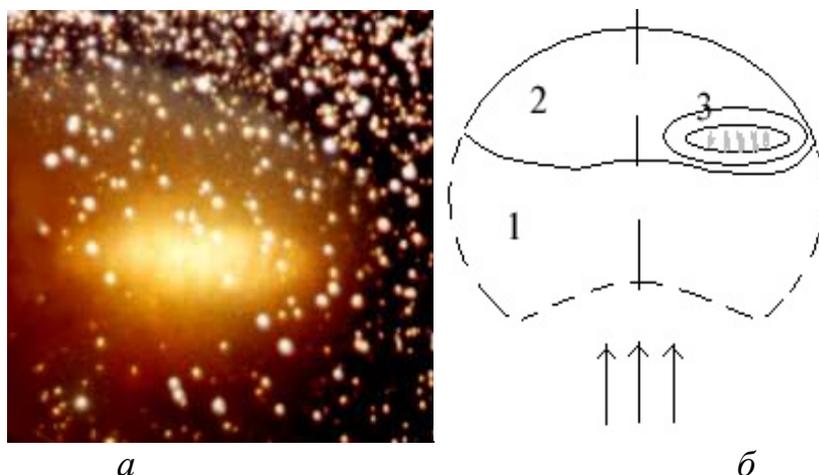


Рис. 3. Фрагмент (а) и схема (б) ШЭМ с ДПО типа «глаз». Обозначения на схеме: 1 – контуры ШЭМ через $0,5 \text{ с}$ (рис. 1, а), 2 - контуры ШЭМ через 1 с после импульса, 3 – ДПО.

точки зрения об организации двух-трех шароидов в области теплового излучения ШЭМ, один (левый) из которых «мгновенно» диссипировал (рис. 2, 3, б).

Макроструктура ДПО естественно формируется объемными слоями с характерными основными цветами, распределенными от периферии к центру шароида как: красный, желтый и зеленый (рис. 3). Потери внутренней энергии за счет излучения происходят с нарастающей скоростью в том же направлении. Если периферийная область ВДА выполняет функцию создания адиабатических условий для центральных областей, то центральная область выполняет функции аккумулятора энергии [7]. Порядок исчезновения слоев такой же с резким уменьшением видимого объема. Красный слой ВДА как бы стягивается к центру ДПО, и, высвечиваясь, превращается в конечном итоге в дымное кольцо.

Дымное кольцо нагрето выше температуры окружающего воздуха, и некоторое время имеет положительное ускорение. Остывая, кольцо достигает уровня отрицательной плавучести, сплющивается в гравитационном поле, нарушая системную динамику. Это приводит к реорганизации радиальных размеров – радиус кольца начинает резко расти. Если температура падает быстрее, чем к этому процессу может подстроиться процесс роста радиуса, то тор компенсирует это потерей массы – выпадением более крупных фракций частиц конденсированной дисперсной фазы. Размер наиболее крупной фракции частиц, вероятно, является управляющим параметром устойчивости такого динамического процесса.

При встрече с горизонтальной поверхностью (потолок лаборатории), кольцо останавливается и фиксируется на расстоянии не более диаметра. При этом его внутренняя динамика также резко замедляется с выбросом наиболее крупных фракций («сыплется»). Кинетическая составляющая в системе падает и, в конце концов, около поверхности остается бесформенная дымка - кластер самых мелких фракций, который разрушается медленно или быстро в зависимости от уровня сдвиговых флуктуаций внешней среды. При каждой малой флуктуации кластер как бы «прокапывает», отделяя от себя все менее и менее охотно «дымные капли» все более мелких фракций частиц.

Авторы полагают, что методика эксперимента создает необходимые условия для генерации замкнутой области пылевой плазмы [10, 11] в форме описываемого ШЭМ, образуемой испаряющейся частью диафрагмы при электро взрыве. Внутри области пылевой плазмы возможна организация плазменного кристалла [10] в форме описанного ДПО.

Можно предположить возможность формирования «естественных диафрагм» в приземном слое атмосферы. Разрыв вертикального градиента электропроводности в естественных условиях может сформироваться локально на пылеводяных аэрозольных кластерах или на границе раздела аэрозольных фракций. Разряд молнии, по мнению авторов, может спровоцировать разряд одного или нескольких стримеров от поверхности земли в область пространства komponующихся кластеров, скорость организации которых в плотную аэрозольную структуру ВДА положительна (вероятно, в слое до 0,5 м) [6]. При большой плотности энергии импульса разряда кластерный аэрозоль дисперги-

руется и электризуется. Коагуляция высокодисперсных капелек воды с твердыми частицами делает их формы округлыми, что значительно снижает скорость коагуляции [12]. Определяющими становятся локальные метеоусловия, генерирующие объемные «естественные диафрагмы». Разряд стримера организуется по механизму объемного взрыва - синхронно в каждом малом объеме кластера. Вероятно, это кластеры особые, находящиеся только под границей скачка нормальной составляющей вектора напряженности электрического поля. На этой высоте необходимы оптимальная плотность «аэрозольной диафрагмы» и максимальное значение энергии неустойчивости.

Скачок электропроводимости может быть пространственно распределен. Это может быть вертикальный канал или горизонтальный «заряженный лист». В первом случае образуемая светящаяся кластерная структура (СКС) движется как по монорельсу, во втором – «катится», скручивая на себя структуру (или структура кластеров втягивает ее). СКС движется в сторону наилучшего качества структуры (по градиенту электропроводимости), в сторону роста энтропии. Уничтожая кластеры, она питается отрицательной энтропией. Она не движется по окружности, не возвращается назад по своей траектории, предпочитает вообще не пересекать собственные траектории, области, уже обедненные кластерными структурами. Если она попадает в зону, где «питание» отсутствует по всем направлениям, она начинает колебаться на месте и постепенно, меняя светло-желтый цвет на зеленый, высвечивается за несколько секунд.

В таком представлении искусственные ШЭМ организуются мощным точечным разрядом с поверхности малой толщины «сворачиванием» этой поверхности скачка электропроводимости в тор, а естественные – более слабым, но объемным взрывом и без существенной реорганизации макроструктуры.

Авторам естественный ШЭМ представляется как светящийся «питающийся кластерами» приземного уровня, скользящий по горизонтальному градиенту электропроводимости и удерживающийся на задаваемом метеоусловиями уровне при помощи притяжения по средству энергий кластеров.

Литература

1. Фуров Л.В. Генератор автономных долгоживущих образований // ПТЭ, – 2004. – Т.47, №5. –С. 143-144.
2. Фуров Л.В., Кузнецов А.А., Дорожков В.В. К модели шаровой молнии// Дисперсные системы. ОГУ, Одесса. – 1998. – С.178.
3. Кунин В.Н., Конопасов Н.Г., Плешивцев В.С. Индукционный накопитель электрической энергии // ПТЭ. – 1988. – №3. – С.103-104.
4. Кузнецов А.А., Фуров Л.В. О структуре и динамике светящегося макрообразования// Дисперсные системы. ОНУ, Одесса. – 2004. – С.186-187
5. Кузнецов А.А., Фуров Л.В. Об эволюции шароидов электромагнитной природы (ШЭМ)// Дисперсные системы. ОНУ, Одесса. – 2006. – С. 205-206.
6. Кузнецов А.А., Фуров Л.В. О возможности генерации естественного шароида электромагнитной природы (ШЭМ)// Дисперсные системы. ОНУ, Одесса. 2006. – С.209-210.

7. Фуров Л.В., Кузнецов А.А., Дорожков В.В. Выявление некоторых особенностей внутренней структуры долгоживущих плазменных образований, получаемых в свободной атмосфере// Дисперсные системы. ОГУ, Одесса. – 2000. – С. 193.
8. Фуров Л.В., Дорожков В.В., Дробязко С.С. Получение и исследование долгоживущих плазменных образований в свободной атмосфере// Течения газа и плазмы в соплах, струях и следах. СПб. – 2000. – С. 25.
9. Фукс Н.А., Сутугин А.Г. Высокодисперсные аэрозоли// Итоги науки. Сер. физическая химия. М.: 1969. – 84 с.
10. Цытович В.Н. Плазменно - пылевые кристаллы, капли и облака // УФН, 1997. - Т. 167, № 1. - С. 57 - 99.
11. Фортон В.Е., Храпак А.Г., Храпак С.А., Молотков В.И., Петров О.Ф. Пылевая плазма // УФН, 2004. - Т. 174, № 5. - С. 495 -544.
12. Фукс Н.А. Механика аэрозолей.– М.: Изд-во АН СССР. – 1955. – 353 с.

А.А. Кузнецов, Л.В. Фуров

**Генерація і дослідження шароїдів електромагнітної природи
у вільній атмосфері**

АНОТАЦІЯ

Приводиться опис і методика експерименту по генерації у вільній атмосфері шароїда електромагнітної природи. Експериментально доведена можливість штучного отримання довгоживучої плазмової освіти. Робиться спроба виявлення чинників, що впливають на формування плазмової стійкої структури і її зворотної звинувачення у вихрове кільце. Пропонується до обговорення уявлення авторів про можливість генерації природних шароїдов електромагнітної природи.

A.A. Kuznetsov, L.V. Furov

**Generation and research the electromagnetic nature globe-shaped objects
in a free atmosphere**

SUMMARY

The description and technique of experiment on generation in a free atmosphere the electromagnetic nature globe-shaped object is resulted. The opportunity of artificial reception of long-living plasma formation is experimentally proved. Attempt of revealing of the factors influencing formation of plasma steady structure and its degeneration in a vortex ring is done. Representation of authors about an opportunity of generation the natural electromagnetic nature globe-shaped objects are offered to discussion.