

УДК: 06.3

DOI: 10.52531/1682-1696-2022-22-3-77-84

Научная статья

МЕХАНИЗМ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПЛАЗМОИДОВ В ИОНИЗОВАННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

**Б. Ю. БОГДАНОВИЧ,
А. В. НЕСТЕРОВИЧ**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Периодический разряд в потоке жидкости (ПРПЖ) известен уже более 25 лет как средство повышения прочности и износоустойчивости металлических поверхностей и придания им антикоррозионных свойств. Наибольший прогресс достигается в обработке изделий из титана (авиационная промышленность) и сталей и сплавов (железнодорожный транспорт). При изучении физики разряда с целью определения перспектив применения технологии ПРПЖ обнаружены эффекты, необъяснимые с позиций классического материаловедения. Данная работа восполняет этот пробел, основываясь главным образом на экспериментальных результатах и понятиях квантовой механики для объяснения наблюдаемых фазовых превращений. Использование ПРПЖ позволит оперативно очищать и дезактивировать поверхности, загрязненные радиоактивными, отравляющими и другими веществами при преодолении зоны заражения (после ядерного взрыва и др.).

Ключевые слова: периодический разряд в потоке жидкости, пинч, плазмод.

Изучению механизмов образования долгоживущих плазменных образований в пинчевых разрядах, ответственных за структурно-фазовые, а также ядерные превращения в окружающей среде, посвящено значительное количество работ [2, 5, 7, 9]. Данная работа основывается на результатах экспериментальных и теоретических исследований аномальных физических эффектов, сопровождающих ионизацию воздуха как в электрических разрядах известного типа, так и при прохождении ионизирующих излучений как при низкой, так и при высокой энергии [4, 7, 8].

Деструктивные изменения на поверхности металлических и диэлектрических объектов, в частности,

Discussion article

MECHANISM OF STRUCTURING OF PLASMOIDS IN AN IONIZED GASEOUS MEDIUM

B.YU. BOGDANOVICH, A.V. NESTEROVICH
NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY
«МЕРНИ»

Periodic discharge in a liquid flow (PRD) has been known for more than 25 years as a means of increasing the strength and wear resistance of metal surfaces and imparting anti-corrosion properties to them. The greatest progress is being made in the processing of articles made of titanium (the aviation industry) and steels and alloys (tank and armored personnel carrier tracks, railway transport). When studying the physics of the discharge in order to determine the prospects for the application of the PRP technology, effects were found that are inexplicable from the standpoint of classical materials science. This paper fills this gap by relying mainly on experimental results and concepts of quantum mechanics to explain the observed phase transformations. The use of PRPZH will allow you to quickly clean and decontaminate the surface of equipment contaminated with radioactive, poisonous and other substances when overcoming the contamination zone (after a nuclear explosion, etc.).

Key words: periodic discharge in a liquid flow, pinch, plasmoid.

специфические каналы и отверстия, обнаруживались с самого начала изучения ПРПЖ [1]. Однако объяснение этих процессов появилось сравнительно недавно [4, 10] и связано оно главным образом с регистрацией вторичных излучений в зоне разряда с помощью известных методов ядерной физики, а именно, с изучением следов на фотопленках для регистрации рентгеновского излучения.

В процессе измерений пленки, помещенные в специальные двойные светозащитные конверты, располагались вертикально вокруг разряда. После проявления этих пленок на них обнаруживалось значительное количество отпечатков, по форме и размерам мало отличающихся друг от друга, и напоминающих «птичек» с размахом «крыльев» до 1 см (и более), причем прямолинейный участок (аналог «туловища») по длине меньше длины «крыльев» (рис. 1).

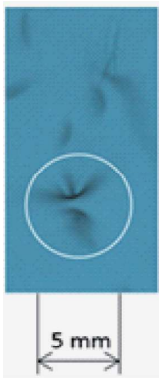


Рис. 1.

Отпечатки в виде «птичек» на рентгеновской фотопленке вблизи от пучка ЛУЭ на энергию 4 МэВ (фотопленка в двойном конверте)

Принципиальным отличием отпечатков в виде «птичек» является наличие вмятин, совпадающих с овальной частью, причем эти вмятины имеют место с обеих сторон фотобумаги, (как обращенной к разряду, так и противоположной).

В одной из работ по данной тематике [4] приведены данные об обнаружении подобных проявлений на рентгеновских фотобумагах в других экспериментах, а именно, на ускорителях электронов (линейных и циклических), генерирующих тормозное излучение.

Сравнительный анализ этих результатов позволил сделать предварительный вывод о том, что общим фактором во всех случаях является наличие ионизованного воздуха, а также инициатора ионизации – фотонно-электронного потока.

Анализ обнаруженных объектов в воздухе в зоне разряда и на поверхностях вблизи разряда показал наличие вращающихся и перемещающихся в пространстве плазмоидов в форме тороидов [8], что позволило построить феноменологическую модель плазмоидов тороидального типа, ответственных за появление оригинальных следов на фотобумаге.

В качестве основных допущений было принято предположение об образовании в процессе ионизации магнитных зарядов [4], ответственных за появление в ионизованном воздухе кластеров данного типа. Наличие магнитных зарядов связывалось с ионизацией двухатомных молекул воздуха (азота, кислорода) и водяного пара (водорода, кислорода), содержащих небольшое (в процентном отношении) количество этих зарядов от общей массы ионизованного воздуха, однако достаточное для образования кластеров при реализации в присутствии большого количества электронов ионизации. Предполагалось, что магнитные заряды противоположного знака («северный и южный») связываются между собой, имея в своей «электронной оболочке» порядка 100 электронов на

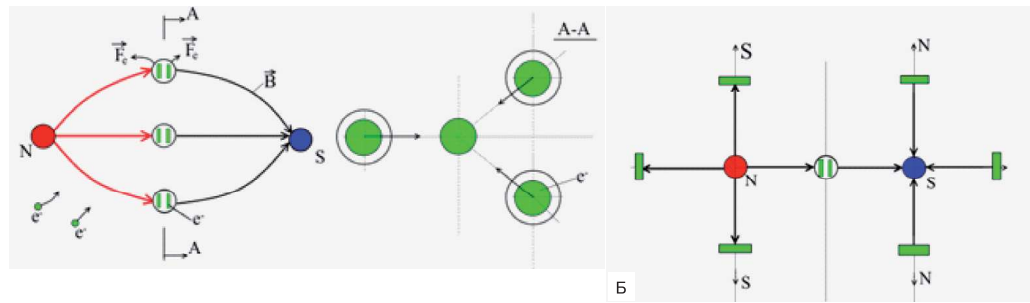


Рис. 2.

Схема, поясняющая механизм облучения двухатомных молекул с магнитными зарядами (А) и «раскрытия» магнитных потоков с электронными кольцами (оболочками) при накоплении отрицательного заряда

каждый квант магнитного потока, исходящего из магнитного полюса. Этот механизм изучен основоположником квантовой теории магнитных зарядов Дираком и его последователями [3, 6].

Можно представить формирование кластера в плоской конфигурации, как показано на рис. 2.

На данном рисунке (рис. 2А) дано схематическое изображение дипольной молекулы, у которой каждый из атомов содержит магнитный заряд, имеющий 4 кванта магнитного поля (для простоты можно считать атомы протонами, имеющими одновременно как электрический, так и магнитный заряды, как считал сам Дирак). Каждому кванту магнитного поля может соответствовать некоторое количество электронов, что отвечает требованиям как классической, так и квантовой электродинамики. На это обращалось внимание уже в самых первых работах по квантовой механике [3, 4], где изучались свойства электронов в поле магнитного заряда. Как будет показано ниже, эта система устойчива при определенных условиях. В то же время, при образовании в окружающей среде электронов с достаточной энергией и в достаточном количестве, расталкивание силами кулоновского взаимодействия меняет положение локальных экстремумов магнитного поля, соответственно, квантованных силовых линий магнитного поля монополей. Расположение может измениться, как показано на рис. 2Б (в силу законов симметрии накопленные в медианной плоскости электронные сгустки делятся пополам). Таким образом, диполь становится «ядерно-активным», поскольку силовые линии магнитных квантов «оголены» (образуются «вакансии»). Эти «вакансии» могут естественным образом заполняться нейтрализующими их соседними атомами или молекулами противоположной полярности.

На рис. 3 приведена схема для оценочных расчетов параметров элементарной ячейки магнитного кластера, содержащая два заряда противоположной полярности (N и S) и расположенное между ними «облако» вращающихся электронов (в частности, обладающих свойством сверхтекучести).

В основу этой модели положены те же принципы, что и в основу «планетарной» модели атома Бора, а

именно, классические представления о механизме взаимодействия зарядов. Как показали эксперименты, до определенного предела эта модель работает, а при более глубоком изучении необходима квантовая теория. В рассматриваемом случае используются с самого начала отдельные результаты квантовой теории, а именно, наличие квантованных магнитных потоков, и определение количества электронов в зоне локализации магнитного поля.

Важно с самого начала оценить область применения представленной модели. В первую очередь это касается вопроса о предельном количестве электронов, при котором сила их кулоновского расталкивания вдоль силовой линии магнитного поля (в данном случае, вдоль оси «z»), не позволяет им преодолеть силу их отталкивания от монополя за счет сохранения магнитного момента (эффект «магнитной пробки»). Несложные вычисления показывают, что их количество не должно превышать ~200 электронов в кольце, являющемся общим для пары магнитных зарядов, если размер кольца по оси не превышает ~10% от расстояния между монополями («северный» и «южный»).

В настоящее время наибольший интерес может представлять проблема вероятного присутствия объектов типа «птичек» в атмосфере, облучаемой ультрафиолетовым излучением Солнца и рентгеновским излучением (не говоря уже о потоках плазмы при солнечных выбросах). Как известно, на высоте до 600 км и даже выше плотность электронов в ионосфере составляет (10^5-10^6) частиц на 1 кубический сантиметр. Нетрудно посчитать, что при каждом обороте вокруг Земли МКС подвергается столкновению с этими электронами в количестве $\sim 10^{24}$ электронов на квадратный сантиметр. Если предположить, что в ионосфере образуется приблизительно столько же молекул с дипольными магнитными зарядами и пропорциональным количеством кластеров типа «птичек» или долгоживущих сферических образований типа плазмOIDов диаметром в несколько десятков микрон, то можно отследить те же деструктивные изменения на поверхности станции.

Хорошо известно [7–9], что эти кластеры способны оставлять внутри металла следы проплавленного металла диаметром ~50 микрон и длиной до 1 см. Установлено, что со временем каналы от прохода через вещество подобных плазмOIDов (типа шаровых молний) могут превращаться в пустотелые каналы, что может указывать на нарушение вакуума в герметичных оболочках. Объяснение этого факта связано с поглощением атомов окружающей среды сферической ядерно-активной оболочкой плазмOIDа. Многочисленные подтверждения такой способности видны при изучении треков поверхности вблизи разряда (и даже на расстоянии до нескольких десятков сантиметров (рис. 3).

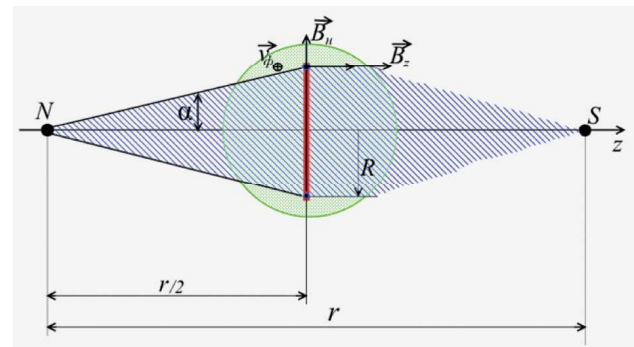


Рис. 3.

Схема, поясняющая расчетную модель двухатомной молекулы с электронным кольцом

Будем считать, что практически весь магнитный поток (квант магнитного потока) сосредоточен в телесном угле 2α (если смотреть со стороны магнитного полюса N), а поток электронов сосредоточен в кольце радиусом R на равном расстоянии от обоих полюсов (N и S) на расстоянии $r/2$.

В этом случае притяжение магнитных полюсов друг к другу может определяться выражением:

$$F_{NS}^{\text{прит}} = \frac{q_{\text{ЭКВ}}^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad (1)$$

где $q_{\text{ЭКВ}} = 68,5 e$, ϵ_0 – диэлектрическая постоянная. В то же время сила отталкивания:

$$F_{NS}^{\text{отт}} = 2Q_e v_\tau B_\tau, \quad (2)$$

где $Q_e = N_e e$.

Учитывая, что

$$\begin{aligned} \frac{mv_\tau^2}{r} &= ev_\tau B_z, \\ v_a &= \frac{e}{m} r B_z \end{aligned} \quad (3)$$

(e и m – заряд и масса электрона), получаем

$$F_{NS}^{\text{отт}} = 2Q_e B_z B_r. \quad (4)$$

В то же время

$$B_z \pi R^2(z) \approx 2\Phi_1, \quad (5)$$

где Φ_1 – квант магнитного потока.

Учитывая, что $R(z) = az$, получим

$$B_z(z) = \frac{2\Phi_1}{\pi a^2 z^2} \quad (6)$$

$$B_r(z) = B_z \alpha = \frac{2\Phi_1}{\pi a z^2}, \quad (7)$$

откуда имеем:

$$F_{NS}^{отт} = 8Q_e \eta \frac{\Phi_1^2}{\pi^2 \alpha^2} \left(\frac{1}{z^3}\right), \quad (8)$$

где $\eta = \frac{e}{m}$.

Сравнивая выражения для сил отталкивания и притяжения, обнаруживаем, что сила отталкивания $F^{отт} \sim \left(\frac{1}{z^3}\right)$, а сила притяжения

$$F_{прит} \sim \left(\frac{1}{z^2}\right), \text{ что свидетельствует о наличии}$$

точки $z=z^*$, в которой силы уравниваются, а состояние это является устойчивым:

$$\left(\left| F^{отт}(z^*) \right| - \left| F_{прит}(z^*) \right| \right).$$

Проводя соответствующие подстановки в приведенные выше уравнения, приходим к выражению:

$$z^* = \left(\frac{32 \Phi_1^2 \epsilon_0 (N_3)}{(68.5)^2 \pi m_e} \right) \cdot \frac{1}{\alpha^3}. \quad (9)$$

В результате расчетов на модели, использующей токовое приближение для вычисления магнитных полей в предположении наличия в центре системы двух «магнитных лепестков», образующих диполь по схеме, показанной на рис. 5, можно получить выражение, связывающее поле в центральной части V_D и на периферии $V(R_m)$:

$$V_D = \frac{8}{\sqrt{2}} \left(\frac{R_m}{D} \right)^3 (V(R_m)). \quad (10)$$

После подстановки полученных выше значений получаем:

$$D \approx \frac{R_m}{10^3} \approx (10-12) \text{ мк.}$$

Площадь, соответствующая одному магнитному полюсу диполя (лепестка), составит $S \approx (2 \cdot z^*)^2 = 0.64 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$, откуда можно получить: количество монополей на одной из 2-х поверхностей диполя: $N_D \approx 2 \cdot 10^{10}$, на 2-х поверхностях («северной» и «южной») в 2 раза больше.

Определенный интерес представляет вопрос, а хватит ли электронов в окрестности ионизированной среды для заполнения электронами межатомных пространств в такой решетке (двухмерной или двухслойной). Оценки показывают, что на каждый ядерно-активный центр (атом, имеющий магнитный заряд) при атмосферном давлении и плотности электронов (количество электронов ионизации в единице объема) порядка

$$\frac{dN}{d} \sim 10^{13} \frac{\text{эл}}{\text{см}^3} \text{ приходится } (10^3 - 10^4) \text{ электронов, т.е. для реализации процесса образования ядерно-активной решетки последних достаточно.}$$

В значительном количестве случаев решетка может не иметь ядерной активности, т.е. быть скомпенсиро-

ванной по магнитному заряду, но не по электрическому.

Случай такой решетки, представляющий сферическую оболочку, соответствует режиму ускорения светящихся сферических объектов, предположительно электрическим полем, действующим на электроны, локализованные в межузлиях решетки, образующей сферу или шар. Электроны могут способствовать ионизации окружающей среды и компенсировать (и перекомпенсировать) заряд в целом, т.к. ускорение положительных ионов к центру сферы не исключено.

Сворачивание «решетки» в трубку объясняет образование в зоне разряда долговременных светящихся нитей, имеющих на концах зоны повышенного свечения.

Данное объяснение может быть рассмотрено в качестве гипотезы образования в верхних слоях атмосферы светящихся потоков, направленных снизу вверх или наоборот (спрайты), сопровождающих грозовые разряды.

Об электрических характеристиках сферических образований с характерными размерами в несколько десятков микрон может дать достоверную и статистически выверенную информацию анализ следов попадания таких объектов (предположительно в виде сеток сферической формы с узлами в виде магнитных зарядов) на металлическую поверхность в зоне расположения вблизи разряда (до нескольких десятков сантиметров) (рис. 4).

Как видно из отпечатка, металл на всей площади в пределах окружности имеет все признаки расплавления и быстрого остывания. Толщина чешуек в поверхностном слое по окружности составляет несколько микрон, что позволяет оценить глубину проплавления.

Взаимодействие с конвертом и фотобумагой, как следует из анализа динамики частиц во вращающемся

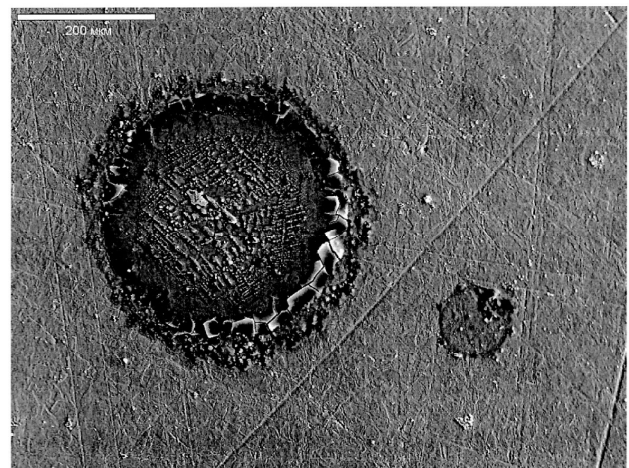


Рис. 4.

След, оставленный шаровидным плазмодом, на металлической поверхности в 10 см от разряда

вокруг своей оси тороиде, совершающих одновременно поступательное движение, может происходить следующим образом.

Как следует из описания модели (рис. 5), электронный тороид, перемещаясь как целое, попадает на конверт фотопленки, и далее – на саму фотопленку. Аналогичная ситуация наблюдается при прохождении светящихся потоков, предположительно электронов бозе-конденсата, обладающих свойством сверхтекучести.

Если при движении в атмосфере, ионизованной каким-либо образом, прохождение электронов может объясняться наличием плазменного механизма сверхпроводимости (куперовских пар), то в диэлектрике типа оргстекла толщиной до 1 мм, как в упомянутых опытах, так и в данном случае, этот механизм, предположительно, связан с расплавлением, испарением и ионизацией зоны локализации плазмоида в начале процесса прохождения.

На конвертах из более тугоплавкого органического вещества, чем фотопленка, видимых следов прохождения плазмоида не обнаружено, что, однако, не исключает полностью такой возможности. На фотопленке электроны, вероятнее всего, затормаживаются и отдают оставшуюся энергию, потеряв свойства сверхтекучести.

Поскольку (в рамках данной модели) общий заряд плазмоида может достигать значительных величин (электроны в диполе, электроны в «оболочке»), в ближайших поверхностях (не только металлических, но и диэлектрических), может индуцироваться мнимое отражение противоположной (положительной) полярности, что притягивает и плазмоид к конверту с фотопленкой с любой стороны.

Разность потенциалов не слишком велика, так что вращение вокруг собственной оси электронов с потенциалами ионизации (до ~15 В) не играет заметной роли.

Численные оценки показывают, что для расплавления фотопленки в зоне отпечатка требуется энергия

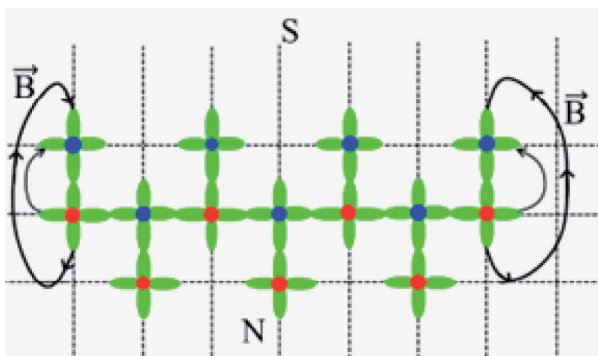


Рис. 5. Гипотетическая схема образования плоскостной модели «магнитного листа» в поперечном сечении

около 1 Дж, порядка $10^{17} - 10^{18}$ электронов с энергией ~15 эВ.

Более детальный анализ динамики электронов в данной схеме указывает на наличие потока электронов в медианной плоскости плазмоида, совершающих первоначально равновероятное во всех направлениях движение после ионизации, однако формирующих более плотные потоки именно в медианной плоскости (по азимуту и по радиусу от центра, градиентный дрейф из более сильного поля в более слабое) (рис. 5).

Движение в радиальном направлении ограничивается спадающим магнитным полем диполя и возрастанием магнитного поля противоположной на-

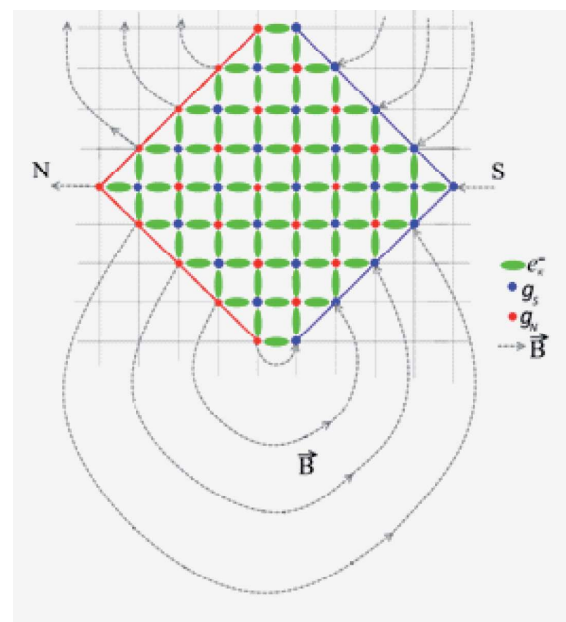


Рис. 6. Поперечное сечение магнитного диполя с пирамидальными полюсами

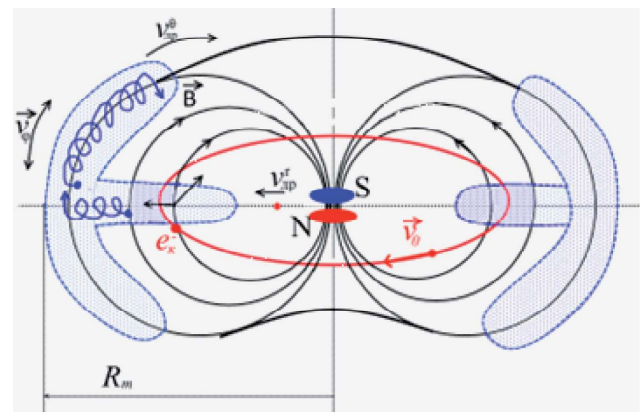


Рис. 7. Схема, поясняющая образование «птичек» в виде вращающегося электронного потока с центром в виде магнитного диполя

правленности от электронов, образующих «крылья» ввиду дрейфа, аналогичным магнитному полю Земли (радиационных поясов Земли).

Значения N_c и α (а затем и z^*) можно оценить, исходя из предположения о том, что магнитные ядерно-активные частицы образованы под воздействием ионизирующего излучения, в частности, в ряде двухатомных молекул газа (азот, кислород, водород).

За основу можно взять допущение основоположника квантовой физики Дирака о том, что дионами (частицами, содержащими два заряда – электрический и магнитный) – могут быть протоны [4]. В нашем случае это не является обязательным, но упрощает модель и делает ее более наглядной.

Если верны предыдущие рассуждения, то можно представить, что до воздействия ионизирующих излучений (электроны и др.) двухатомная молекула содержала атомы, способные образовывать впоследствии узлы линейки или решетки (плоской или 3-мерной). Рассмотрим случай, когда каждый атом содержит магнитный заряд с 4-мя квантами.

Однозначные электрические заряды атомов (положительные) отталкиваются, но магнитные заряды существенно сильнее, поэтому межатомное расстояние гораздо меньше, чем в отсутствие магнитных зарядов.

При наличии ионизации окружающей среды электроны способны существенно наполнить межатомное пространство, пока равновесие не будет достигнуто и параметр z^* не установится на фиксированном значении. При этом молекула может стать ядерно-активной, т.к. 3 кванта из 4-х могут поменять ориентацию (рис. 2), поскольку у них нет мотивации для ориентации на второй атом (магнитное поле электронного кольца исключает такую возможность).

В классическом приближении радиусы орбит можно найти из соотношений

$$r_m \approx r_{01}, r = \frac{r_m}{n}, (n = 1, 2, 3 \dots).$$

После высаживания на поверхность, находящуюся на том же образце, который подвергается воздействию разрядов или на близлежащей пленке, на ней обнаруживаются следы (рис. 4) свидетельствующие об аномальном энерговыделении. Анализ структуры поверхности свидетельствует о ее локальном нагреве до температуры плавления и быстром охлаждении (кристаллизуется). Более того, анализ электрического состава чешуек по окружности, представляющей внешнюю границу зоны диаметром около 0,3 мм, может указывать на наличие ядерных превращений – установлено наличие кислорода, хлора, калия, отсутствующих на поверхности вне этой зоны. Энергетический расчет подтверждает механизм взаимодействия магнитных зарядов сферической оболочки с веществом подложки (меди). Такие факты имеются

в достаточном количестве, что говорит о достоверности информации.

Полученные результаты и проведенный анализ могут помочь в интерпретации аналогичных явлений не только техногенного, но и природного характера (светящиеся объекты типа шаровой молнии, проходящей через стеклянную преграду и др.).

Описанная выше модель дипольного типа, содержащая два магнитных монополя противоположной полярности и находящуюся между ними зону локализации электронов в достаточном количестве, обеспечивающая стабильное состояние, может быть использована для объяснения ядерных превращений.

Каждая из компонент достаточно хорошо изучена с этой позиции. В частности, изучены процессы слияния ядер при снятии кулоновского барьера электрическим зарядом. Взаимодействие магнитных зарядов с ядрами и электронами оболочками атомов и молекул также объясняет деление ядер. Рассмотренный в данной работе дипольный кластер, в зависимости от числа электронов, может иметь более и менее выраженные свойства с точки зрения синтеза или деления ядер.

В табл. 1 приведены данные по элементному составу вещества после воздействия периодическим разрядом в потоке жидкости (ПРПЖ) для разных металлов. Анализ показывает, что возможны как те, так и другие реакции. Ранее анализ проводился с помощью метода лазерной спектроскопии и анализатором Томсона [10]. Приведенные в таблице результаты получены методом масс-спектрометрии с индуктивносвязанной плазмой (ЛА-МС ИСП). Отмечено появление новых элементов и практически полная ликвидация элементов в отдельных случаях, что, предположительно, может указывать на перспективность ПРПЖ при трансмутации различных (в том числе радиоактивных) элементов.

Анализ значительного массива данных, полученных различными способами [10], включая данную таблицу, позволил сделать некоторые обобщающие выводы.

Важно отметить значительное увеличение количества элементов в первой половине таблицы Менделеева, в частности, углерода, азота, кислорода, натрия, хлора, калия, кальция. Объяснить это перераспределением примесей не удастся (хлор – увеличивалось содержание в 3000 раз, натрий – в 300 раз). Отмечено появление новых элементов (сера, железо) (этот вывод сделан на основании экспериментов на меди, вольфраме, бериллии и др.).

Во второй половине таблицы Менделеева практически до нуля снизилось количество всех элементов примесей тяжелее циркония (по крайней мере, для меди, свинца, циркония).

Простейшим объяснением в первом случае могут быть реакции синтеза, обязанные своим появлением наличию электронов в дипольных объектах с парой

ТАБЛИЦА 1.

Результаты исследования образцов методом ЛА-МС ИСП, относительные интенсивности элементов ($I_{эл}/I_{подл} \cdot 10^6$), $I_{эл}$ – интенсивность сигнала от элемента; $I_{подл}$ – интенсивность сигнала подложки

	Pb сравн	Pb		Pb сравн	Pb
Li	0,20	0	In	0,21	0
Be	0,31	0	Sn	1,42	10,22
B	0,22	0	Sb	0,33	0,56
Na	3,75	201,64	Te	0,55	0
Mg	2,68	42,50	I	0,18	0,59
Al	9,73	1990,94	Cs	0,29	0
K	5,52	253,94	Ba	4,18	130,24
Ca	0	0	La	1,27	31,82
Sc	0,16	0	Ce	2,26	13,28
Ti	2,68	126,14	Pr	0,49	1,22
V	0,22	0,63	Nd	1,35	0
Cr	1,91	28,43	Sm	0,82	0
Mn	0,81	9,77	Eu	0,48	0
Fe	39,95	843,22	Gd	0,83	0
Co	0,27	0	Tb	0,14	0
Ni	0,66	3,59	Dy	0,71	0
Cu	19,57	78,28	Ho	0,29	0
Zn	7,49	0	Er	0,74	0
Ga	0,30	0	Tm	0,09	0
Ge	0,54	0	Yb	0,51	0
As	0,11	0	Lu	0,19	0
Se	0	37,26	Hf	0,59	0
Br	0,31	0	Ta	0,21	0
Rb	0,45	0	W	1,81	0
Sr	0,90	3,35	Re	0,30	0
Y	0,18	0,01	Os	0,37	0
Zr	0,43	0	Ir	0,27	0
Nb	0,18	0,02	Pt	0,41	0
Mo	1,75	0	Au	0,15	0,23
Ru	1,21	0	Hg	0,77	0
Rh	0,32	22,31	Tl	0,75	0
Pd	0,72	0	Bi	28,77	33,20
Ag	1,59	5,42	Th	0,31	0,46
Cd	1,58	3,41	U	0,21	0

ядерно-активных монополией (кулоновский барьер снижается для ядер типа кислорода, азота и др. Так, вероятен синтез двух ядер кислорода с образованием серы из воздуха в поверхностном слое. Аналогично для фосфора (кислород, азот). При непосредственном участии протонов вероятно образование хлора

из атомов кислорода и протонов (ядер водорода, образованных при разряде в водяном паре).

В то же время, вероятен процесс деления ядер подложки, например, меди, при этом образуются ядра натрия, калия, кальция. Особенно вероятен процесс деления для тяжелых элементов. В частности, ядра свинца делятся на ядра бария (см. таблицу 1) и железа. Избыточную энергию могут уносить нейтроны, образовавшиеся в результате реакции деления.

Авторы благодарны сотрудникам МИФИ, помогавшим в данной работе на различных стадиях – Г.О. Буянову, Н.В. Волкову.

ЛИТЕРАТУРА

1. АЛФЕРОВ П.В., БОГДАНОВИЧ Б.Ю., ВОЛКОВ Н.В., ЛЕНЬ Н.А., НЕСТЕРОВИЧ А.В., СТАРОСТИН А.И. Структурное состояние материалов после воздействия периодического разряда в потоке жидкости // Инженерная физика. 2000. № 4. С. 58–61.
2. МЕЙЕРОВИЧ Б.Э. Канал сильного тока. М.: ООО «ФИМА», 1999. 376 с.
3. Монополю Дирака / Под ред. Б.М. Болотовского, Ю.Д. Усачева. М.: Мир, 1970.
4. НЕСТЕРОВИЧ А.В. Исследования воздействия пинчевых плазмоидов в периодическом разряде в потоке жидкости на окружающую среду // Журнал технической физики, 2019. Т. 89. Вып. 9.
5. СОЛИН М.И. Экспериментальные факты спонтанного зарождения конденсата солитонных зарядов с образованием продуктов ядерного синтеза в жидком цирконии. Физическая мысль России. Письма в ФМР. 2001. № 1. С. 43–58.
6. РОДИОНОВ Б.У. Гипотетические магнитные монополи в атмосфере Земли // Доклады Академии наук, 1996. Т. 350. № 5. С. 684–686.
7. ADAMENKO S.V., VYSOTSKII V.I. Experimental observation and analysis of action of light magnets monopoles on multilayer surfaces // Analies del a Foundation Louis de Broglie. 2008. V. 33. № 1.
8. BOGDANOVICH B.YU., VOLKOV N.V., LEN N.A. Video recording of long-lived plasmoids near objects exposed to remote and direct effects of high-current pinch discharges // Technical physics. V. 64. № 4. P. 465–469.
9. MATSUMOTO T. Observation of mesh like tracks on nuclear emulgios during cold suasion // Fusion sech. 1993. V. 23, P. 103–113.
10. NESTEROVICH A.V. Investigation of the elemental composition of samples after exposure to θ -pinches in the vicinity of periodic discharges in a flow of liquid // Journal of Physics: Conference Series 1238(1),012039.

REFERENCES

1. ALFEROV P.V., BOGDANOVICH B.YU., VOLKOV N.V., LEN' N.A., NESTEROVICH A.V., STAROSTIN A.I. Structural state of materials after exposure to a periodic

- discharge in a liquid flow. *Inzhenernaya fizika*. 2000; (4): 58–61. (in Russian).
2. **МЕЈЕРОВИЧ В.Е.** High current channel. Moscow: ООО «FIMA», 1999: 376. (in Russian).
 3. **NESTEROVICH A.V.** Analysis of Action of Pinch Plasmoids in a Periodic Discharge in a Liquid Flow on Ambient Medium. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. 2019; (64): 1267–1274. (in Russian).
 4. Monopol' Diraka. Eds. B.M. Bolotovskoy, Yu.D. Usachev. Moscow: Mir, 1970. (in Russian).
 5. **SOLIN M.I.** Experimental facts of spontaneous nucleation of a condensate of soliton charges with the formation of nuclear fusion products in liquid zirconium. *Fizicheskaya mysl Rossii. Pisma v FMR*. 2001; (1): 43–58. (in Russian).
 6. **RODIONOV B.U.** Hypothetical magnetic monopoles in the Earth's atmosphere. *Doklady Akademii nauk*. 1996; (350); 5: 684–686. (in Russian).
 7. **ADAMENKO S.V., VYSOTSKII V.I.** Experimental observation and analysis of action of light magnets monopoles on multilayer surfaces. *Analies del a Foundation Louis de Broglie*. 2008; (33);1.
 8. **BOGDANOVICH B.YU., VOLKOV N.V., LEN N.A.** Video Recording of Long-Lived Plasmoids near Objects Exposed to Remote and Direct Effects of High-Current Pinch Discharges. *Technical physics*. 64; 4: 465–469.
 9. **MATSUMOTO T.** Observation of mesh like tracks on nuclear emulgiors during cold suasion. *Fusion sech*. 1993; (23): 103–113.
 10. **NESTEROVICH A.V.** Investigation of the elemental composition of samples after exposure to θ -pinches in the vicinity of periodic discharges in a flow of liquid. *Journal of Physics: Conference Series* 1238(1),012039.

Богданович Борис Юрьевич,
д.т.н., профессор, зав. НИЛ НИЯУ МИФИ,

☎ тел.: +7-985-764-50-63, e-mail: bybogdanovich@mephi.ru

Нестерович Александр Владимирович,
д.ф.-м.н., профессор, зав. НИЛ НИЯУ МИФИ

☎ 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31,
115409, Moscow, Kashirskoe sh., 31
тел.: +7-916-534-96-30, e-mail: avnesterovich@mephi.ru