

Ф.Ф. МЕНДЕ

доктор техн. наук, директор
НИИ Криогенного приборостроения
Физико-технический институт низких температур
им Б.И. Веркина НАН Украины
Харьков, Украина
E-mail: mende_fedor@mail.ru

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИМПУЛЬС ТРОТИЛОВЫХ ВЗРЫВОВ

9 июля 1962 по программе «Starfish» США взорвали в космосе над Тихим океаном водородную бомбу. Взрыв был произведен на высоте 400 км, его тротильный эквивалентом составил 1,4 Мт. При взрыве было обнаружено, что он сопровождается возникновением электрического импульса, напряженность электрических полей которого на протяжении 1000 км от эпицентра взрыва и далее достигает нескольких десятков тысяч вольт на метр. Электрический импульс образуется и при взрывах ядерных зарядов на низких высотах, но затухание импульса в зависимости от расстояния до облака взрыва гораздо большее, чем при космических взрывах. Существующие законы электродинамики не могут объяснить тот факт, что раскаленное облако плазмы может приводить к подобным эффектам, поэтому до настоящего времени в научных журналах отсутствуют публикации, способные объяснить это явление. Но облако плазмы образуется и при взрывах других зарядов, поэтому, хотя температура облака взрыва в этом случае гораздо ниже, чем при ядерных взрывах, следует ожидать, что и в этом случае взрыв должен сопровождаться образованием электрического импульса. Однако, несмотря на многолетнюю историю изучения свойств таких взрывов, этот вопрос ранее не исследовался. Данная статья восполняет этот пробел, в ней проведен теоретический расчет характеристик электрического импульса, который должен возникать при взрыве тротильных зарядов.

Ключевые слова: взрыв, ядерный взрыв, электрический импульс ядерного взрыва, тротил.

F.F. MENDE

Doctor of Techn. Sciences, Director
Research institute for cryogenic instrument
engineering B.I. Verkin Institute for Low Temperature
Physics and Engineering NAS Ukraine
Kharkov, Ukraine
E-mail: mende_fedor@mail.ru

НАЗВАНИЕ НА АНГЛИЙСКОМ

According to the program «Of starfish» 1962 of the USA exploded in space above Pacific Ocean H-bomb. Explosion was produced at the height of 400 km, it trotyl equivalent was 1,4 Mt. With the explosion it was discovered, that it is accompanied by the appearance of the electric pulse, the tension of electrical pour on which for the elongation 1000 km from the epicentre of explosion and it further reaches several ten thousand volt per meters. Electric pulse is formed also with the explosions of nuclear charges at the low heights, but damping pulse depending on distance to the cloud of explosion is much larger than with the space explosions. The existing laws of electrodynamics cannot explain the fact that incandescent cloud of plasma it is possible to lead to similar effects, therefore up to now in the scientific journals there are no publications, capable of explaining this phenomenon. But the cloud of plasma is formed also with the explosions of other charges, therefore, although the temperature of the cloud of explosion in this case much lower than with the nuclear explosions, one should expect that also in this case the explosion must be accompanied by the formation of electric pulse. However, in spite of the long-standing history of the study of the properties of such explosions, this question earlier was not investigated. This article fills this gap, in it is carried out the theoretical calculation of the characteristics of the electric pulse, which must appear with the explosion of trotyl charges.

Key words: explosion, nuclear explosion, the electric pulse of nuclear explosion, trotyl.

1. Введение

9 июля 1962 по программе «Starfish» США взорвали в космосе над Тихим океаном водородную бомбу. Взрыв был произведен на высоте 400 км, его тротиловый эквивалентом составил 1,4 Мт. Это событие поставило перед научной общественностью очень много вопросов. В 1957 г. будущий нобелевский лауреат доктор Ханс Альбрехт Бете (Hans A. Bethe) дал прогноз результатов взрыва. Он предсказал, что при таком взрыве на поверхности земли будет наблюдаться электромагнитный импульс (ЭМИ) с напряженностью не более 100 В/м. Но при взрыве бомбы оказалось, что напряженность электрических полей на протяжении 1000 км от эпицентра взрыва и далее достигла нескольких десятков тысяч вольт на метр. В СССР по «Программа К» недалеко от Джезказгана на высоте 290 км была взорвана водородная бомба с тротиловым эквивалентом 0,3 Мт, и были получены аналогичные результаты. Электрический импульс образуется и при взрывах ядерных зарядов на низких высотах, но затухание импульса в зависимости от расстояния до облака взрыва оказалась гораздо более сильной, чем при космических взрывах.

Существующие законы электродинамики не могут объяснить тот факт, что раскаленное облако плазмы может приводить к подобным эффектам, поэтому до настоящего времени в научных журналах отсутствуют публикации, способные объяснить это явление. Исключением является работа в журнале Инженерная физика [1], где указанное явление объясняется в рамках концепции скалярно-векторного потенциала, предполагающей зависимость скалярного потенциала заряда от скорости. В этой работе показано, что использование указанной концепции дает возможность получить хорошее согласие с экспериментальными данными.

Но облако плазмы образуется и при взрывах других зарядов, поэтому, хотя температура облака взрыва в этом случае гораздо ниже, чем при ядерных взрывах, следует ожидать, что и в этом случае взрыв должен сопровождаться образованием электрического импульса. Однако, несмотря на многолетнюю историю изучения свойств и характеристик таких взрывов, этот вопрос ранее не исследовался. Данная работа восполняет этот пробел.

2. Теоретические предпосылки

Законы индукции имеют симметричный характер [2...5]:

$$\oint \mathbf{E}' dl' = - \int \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} ds + \oint [\mathbf{v} \times \mathbf{B}] dl' \quad (1)$$

$$\oint \mathbf{H}' dl' = \int \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} ds - \oint [\mathbf{v} \times \mathbf{D}] dl',$$

или

$$\begin{aligned} \text{rot } \mathbf{E}' &= - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} + \text{rot} [\mathbf{v} \times \mathbf{B}] \\ \text{rot } \mathbf{H}' &= \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} - \text{rot} [\mathbf{v} \times \mathbf{D}]. \end{aligned} \quad (2)$$

В этих соотношениях: \mathbf{E} и \mathbf{H} – электрическое и магнитное поле; \mathbf{D} и \mathbf{B} – электрическая и магнитная индукция; \mathbf{v} – относительная скорость между штрихованной и исходной системой отсчета (ИСО).

Для постоянных полей эти соотношения имеют вид:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}' &= [\mathbf{v} \times \mathbf{B}] \\ \mathbf{H}' &= -[\mathbf{v} \times \mathbf{D}]. \end{aligned} \quad (3)$$

В соотношениях (1)...(3), предполагающих справедливость преобразований Галилея, штрихованные и не штрихованные величины представляют поля и элементы в движущейся и неподвижной ИСО соответственно. Следует заметить, что преобразования (3) ранее можно было получить только из преобразований Лоренца.

Соотношения (3) свидетельствуют о том, что в случае относительного движения систем отсчета, между полями \mathbf{E} и \mathbf{H} существует перекрестная связь, т.е. движение в полях \mathbf{H} приводит к появлению полей \mathbf{E} и наоборот. Из этих соотношений вытекают дополнительные следствия, которые впервые были рассмотрены в работе [2]. Электрическое поле $E = \frac{g}{2\pi\epsilon r}$ за пределами заряженного длинного стержня, на единицу длины которого приходится заряд g , убывает по закону $\frac{1}{r}$, где r – расстояние от центральной оси стержня до точки наблюдения.

Если параллельно оси стержня в поле \mathbf{E} начать двигать со скоростью Δv другую ИСО, то в ней появится дополнительное магнитное поле $\Delta H = \epsilon E \Delta v$. Если теперь по отношению к уже движущейся ИСО начать двигать третью систему отсчета со скоростью Δv , то уже за счет движения в поле ΔH появится добавка к электрическому полю $\Delta E = \mu \epsilon E (\Delta v)^2$. Данный процесс можно продолжать и далее, в результате чего может быть получен ряд, дающий величину электрического поля $E'_v(r)$ в движущейся ИСО при достижении скорости $v = n \Delta v$, когда $\Delta v \rightarrow 0$, а $n \rightarrow \infty$. В конечном итоге в движущейся ИСО величина динамического электрического поля окажется больше, чем в исходной и определится соотношением:

$$E'(r, v_{\perp}) = \frac{gch \frac{v_{\perp}}{c}}{2\pi\epsilon r} = Ech \frac{v_{\perp}}{c}.$$

Если речь идет об электрическом поле одиночного заряда e , то его электрическое поле будет определяться соотношением:

$$E'(r, v_{\perp}) = \frac{ech \frac{v_{\perp}}{c}}{4\pi\epsilon r^2}, \quad (4)$$

где v_{\perp} – нормальная составляющая скорости заряда к вектору, соединяющему движущийся заряд и точку наблюдения.

Выражение для скалярного потенциала, создаваемого движущимся зарядом, для этого случая запишется следующим образом:

$$\varphi'(r, v_{\perp}) = \frac{ech \frac{v_{\perp}}{c}}{4\pi\epsilon r} = \varphi(r)ch \frac{v_{\perp}}{c},$$

где $\varphi(r)$ – скалярный потенциал неподвижного заряда. Потенциал $\varphi'(r, v_{\perp})$ может быть назван скалярно-векторным, т.к. он зависит не только от абсолютной величины заряда, но и от скорости и направления его движения по отношению к точке наблюдения. Максимальное значение этот потенциал имеет в направлении нормальном к движению самого заряда. Более того, если скорость заряда меняется, что связано с его ускорением, то могут быть вычислены и электрические поля, индуцируемые ускоряемым зарядом.

При движении в магнитном поле, применяя уже рассмотренный метод, получаем:

$$H'(v_{\perp}) = Hch \frac{v_{\perp}}{c}.$$

где v_{\perp} – скорость нормальная к направлению магнитного поля.

Если применить полученные результаты к электромагнитной волне и обозначить компоненты полей параллельные скорости ИСО, как E_{\parallel} и H_{\parallel} , а E_{\perp} и H_{\perp} , как компоненты нормальные к ней, то при преобразовании полей компоненты, параллельные скорости не изменятся, а компоненты, нормальные направлению скорости преобразуются по правилу

$$\mathbf{E}'_{\perp} = \mathbf{E}_{\perp} ch \frac{v}{c} + \frac{v}{c} \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp} sh \frac{v}{c}, \quad (5)$$

$$\mathbf{B}'_{\perp} = \mathbf{B}_{\perp} ch \frac{v}{c} - \frac{1}{vc} \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} sh \frac{v}{c},$$

где $c = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}}$ – скорость света.

Преобразования полей (5) были впервые получены в работе [2].

Однако, итерационный метод, используемый для получения приведенных соотношений, нельзя считать строгим, поскольку не выяснена его сходимость. Приведем более строгий вывод в матричной форме и покажем, что вид преобразований целиком определяется типом используемого закона сложения скоростей – классического или релятивистского. Этот метод предложен участником научного

форума Движения за возрождения отечественной науки Николаем Александровичем Дробышевым.

Рассмотрим совокупность ИСО таких, что ИСО K_1 движется со скоростью Δv относительно ИСО K , ИСО K_2 движется с такой же скоростью Δv относительно K_1 и т.д. Если модуль скорости Δv мал (по сравнению со скоростью света c), то для поперечных составляющих полей в ИСО K_1, K_2, \dots имеем:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_{1\perp} &= \mathbf{E}_{\perp} + \Delta \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp} & \mathbf{B}_{1\perp} &= \mathbf{B}_{\perp} - \Delta \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} / c^2 \\ \mathbf{E}_{2\perp} &= \mathbf{E}_{1\perp} + \Delta \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{1\perp} & \mathbf{B}_{2\perp} &= \mathbf{B}_{1\perp} - \Delta \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{1\perp} / c^2 \end{aligned} \quad (6)$$

и т.д. При переходе к каждой следующей ИСО поля получают приращения $\Delta \mathbf{E}$ и $\Delta \mathbf{B}$

$$\Delta \mathbf{E} = \Delta \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp}, \quad \Delta \mathbf{B} = -\Delta \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} / c^2, \quad (7)$$

где поля \mathbf{E}_{\perp} и \mathbf{B}_{\perp} относятся к текущей ИСО. Направляя декартову ось x вдоль $\Delta \mathbf{v}$, перепишем (7) в компонентах вектора

$$\Delta E_y = -B_z \Delta v, \quad \Delta E = B_y \Delta v, \quad \Delta B_y = E_z \Delta v / c^2. \quad (8)$$

Соотношение (8) можно представить в матричной форме

$$\Delta \mathbf{U} = \mathbf{A} \mathbf{U} \Delta v \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1/c^2 & 0 & 1 \\ -1/c^2 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \mathbf{U} = \begin{pmatrix} E_y \\ E_z \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix}$$

Если предположить, что скорость системы суммируется по классическому закону сложения скоростей, т.е. скорость конечной ИСО $K' = K_N$ относительно исходной K есть $v = N \Delta v$, то получим матричную систему дифференциальных уравнений

$$\frac{d\mathbf{U}(v)}{dv} = \mathbf{A} \mathbf{U}(v). \quad (2.9)$$

С независимой от скорости v матрицей системы \mathbf{A} . Решение системы выражается через матричную экспоненту $\exp(v\mathbf{A})$:

$$\mathbf{U}' \equiv \mathbf{U}(v) = \exp(v\mathbf{A}) \mathbf{U}, \quad \mathbf{U} = \mathbf{U}(0). \quad (10)$$

Здесь \mathbf{U} – матрица-столбец полей в системе K , а \mathbf{U}' – матрица-столбец полей в системе K' . Подставляя (10) в систему (9), убеждаемся, что \mathbf{U}' действительно является решением системы (9):

$$\frac{d\mathbf{U}(v)}{dv} = \frac{d[\exp(v\mathbf{A})]}{dv} \mathbf{U} = \mathbf{A} \exp(v\mathbf{A}) \mathbf{U} = \mathbf{A} \mathbf{U}(v).$$

Остается найти эту экспоненту разложением ее в ряд:

$$\exp(va) = E + vA + \frac{1}{2!} v^2 A^2 + \frac{1}{3!} v^3 A^3 + \frac{1}{4!} v^4 A^4 + \dots$$

где \mathbf{E} – единичная матрица размером 4×4 . Для этого удобно записать матрицу \mathbf{A} в блочной форме

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & -\alpha \\ \alpha/c^2 & 0 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\alpha} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда

$$\mathbf{A}^2 = \begin{pmatrix} -\alpha^2/c^2 & 0 \\ 0 & -\alpha/c^2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}^3 = \begin{pmatrix} 0 & \alpha^3/c^2 \\ -\alpha^3/c^4 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{A}^4 = \begin{pmatrix} \alpha^4/c^4 & 0 \\ 0 & \alpha^4/c^4 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}^5 = \begin{pmatrix} 0 & -\alpha^5/c^4 \\ \alpha^5/c^6 & 0 \end{pmatrix}.$$

И элементы матричной экспоненты имеют вид

$$[\exp(vA)]_{11} = [\exp(vA)]_{22} = \mathbf{I} - \frac{v^2}{2!c^2} + \frac{v^4}{4!c^4} - \dots,$$

$$[\exp(vA)]_{21} = -c^2 [\exp(vA)]_{12} = \\ = \frac{\alpha}{c} \left(\frac{v}{c} \mathbf{I} - \frac{v^3}{3!c^3} + \frac{v^5}{5!c^5} - \dots \right),$$

где \mathbf{I} – единичная матрица 2×2 . Нетрудно видеть, что $-\alpha^2 = \alpha^4 = -\alpha^6 = \alpha^8 = \dots \mathbf{I}$, поэтому окончательно получаем

$$\exp(v\mathbf{A}) = \begin{pmatrix} \mathbf{I}ch\ v/c & -c\alpha sh\ v/c \\ (\alpha sh\ v/c)/c & \mathbf{I}ch\ v/c \end{pmatrix} = \\ = \begin{pmatrix} ch\ v/c & 0 & 0 & -csh\ v/c \\ 0 & ch\ v/c & csh\ v/c & 0 \\ 0 & (ch\ v/c)/c & ch\ v/c & 0 \\ -(sh\ v/c)/c & 0 & 0 & ch\ v/c \end{pmatrix}.$$

Теперь возвращаемся к (10) и подставляя туда $\exp(v\mathbf{A})$, находим

$$E'_y = E_y ch\ v/c - cB_z sh\ v/c,$$

$$E'_z = E_z ch\ v/c + cB_y sh\ v/c,$$

$$B'_y = B_y ch\ v/c + (E_z/c) sh\ v/c,$$

$$B'_z = B_z ch\ v/c - (E_y/c) sh\ v/c.$$

Или в векторной записи

$$\mathbf{E}'_{\perp} = \mathbf{E}_{\perp} ch\ \frac{v}{c} + \frac{v}{c} \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp} sh\ \frac{v}{c}, \quad (11)$$

$$\mathbf{B}'_{\perp} = \mathbf{B}_{\perp} ch\ \frac{v}{c} - \frac{1}{vc} \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} sh\ \frac{v}{c},$$

Это и есть преобразования (5). Возникает закономерный вопрос, почему отличаются рассмотренные преобразования, ведь при малых скоростях Δv имеют место одинаковые соотношения (6) и (7). Дело в том, что согласно релятивистскому закону сложения скоростей, складываются не скорости, а быстроты (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрота>). Согласно определению быстрота вводится как

$$\theta = c \operatorname{arth} \frac{v}{c}. \quad (12)$$

Именно, если быстроты систем K_1 и K , K_2 и K_1 , K_3 и K_2 и т.д. различаются на $\Delta\theta$, то быстрота быстрота ИСО $K' = K_N$ относительно K есть $\theta = N\Delta\theta$. При малых скоростях $\Delta\theta \cong \Delta v$, поэтому формулы (7) можно переписать так

$$\Delta\mathbf{E} = \Delta\theta \times \mathbf{B}_{\perp}, \quad \Delta\mathbf{B} = -\Delta\theta \times \mathbf{E}_{\perp} / c^2,$$

где $\boldsymbol{\theta} = \theta \frac{\mathbf{v}}{v}$. Система (9) с учетом аддитивности быстроты, а не скорости, заменяется системой уравнений $\frac{d\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta})}{d\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{A}\mathbf{U}(\boldsymbol{\theta})$.

Таким образом, все выкладки будут аналогичны приведенным выше, лишь с той разницей, что в выражениях вместо скоростей будет фигурировать быстрота. В частности формулы (11) принимают вид

$$\mathbf{E}'_{\perp} = \mathbf{E}_{\perp} ch\ \frac{\theta}{c} + \frac{\theta}{c} \boldsymbol{\theta} \times \mathbf{B}_{\perp} sh\ \frac{\theta}{c},$$

$$\mathbf{B}'_{\perp} = \mathbf{B}_{\perp} ch\ \frac{\theta}{c} - \frac{1}{\theta c} \boldsymbol{\theta} \times \mathbf{E}_{\perp} sh\ \frac{\theta}{c},$$

или

$$\mathbf{E}'_{\perp} = \mathbf{E}_{\perp} ch\ \frac{\theta}{c} + \frac{v}{c} \mathbf{v} \times \mathbf{B}_{\perp} sh\ \frac{\theta}{c},$$

(13)

$$\mathbf{B}'_{\perp} = \mathbf{B}_{\perp} ch\ \frac{\theta}{c} - \frac{1}{vc} \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} sh\ \frac{\theta}{c},$$

Так как

$$ch\ \frac{\theta}{c} = \frac{1}{\sqrt{1 - th^2(\theta/c)}}, \quad sh\ \frac{\theta}{c} = \frac{th(\theta/c)}{\sqrt{1 - th^2(\theta/c)}},$$

то подстановка (12) в (13) приводит к хорошо известным преобразованиям полей

$$\mathbf{E}'_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} (\mathbf{E}_{\perp} + \mathbf{v}\mathbf{B}_{\perp})$$

(14)

$$\mathbf{B}'_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \left(\mathbf{B}_{\perp} - \frac{1}{c^2} \mathbf{v} \times \mathbf{E}_{\perp} \right).$$

При малых относительных скоростях преобразования (11) и (14) отличаются, начиная с членов разложения порядка v^2/c^2 .

3. Электрический импульс взрывов тротильных зарядов

Проведенное рассмотрение показывает, что скорость движения зарядов в плазме должна приводить к возникновению внешних электрических полей подчиняющихся соотношению (4). Это означает, что при образовании плазмы должен образоваться электрический импульс, амплитуда которого будет зависеть от количества свободных зарядов и их скорости, а длительность импульса будет зависеть от скорости остывания облака взрыва.

Распад молекулы тротила при его детонации происходит по схеме:



Если каждая молекула, выделившаяся при взрыве, будет однократно ионизирована, то при распаде молекулы тротила будет выделено 7 свободных электронов. Следовательно, при детонации одного моля тротила будет выделено $7N_A = 4,2 \times 10^{24}$ электронов, где N_A – число Авогадро. При взрыве тротила температура облака взрыва достигает 3500 К. Если бы все молекулы распада тротила получили однократную ионизацию, то максимальная напряженность поля электрического импульса составила бы

$$E = 3,7 \times 10^9 \frac{1}{r^2}, \text{ В/м}$$

На расстоянии 100 м от места взрыва напряженность электрического поля была бы равна $3,7 \times 10^5$ В/м. Однако при взрыве тротильных зарядов образуется холодная плазма, в которой степень ионизации составляет $\sim 0,1$ %. При этом напряженность электрического поля на указанном расстоянии составит 370 В/м. Важность такого метода заключается в том, что изучая топологию импульса, можно судить о процессах детонации и последующей релаксации облака взрыва. Очевидно, электрический импульс должен сопутствовать и попаданию снаряда в различные твердые преграды, т.к. при этом происходит быстрый местный разогрев мишени с образованием плазмы. Следовательно, можно сделать вывод, что в тех местах, где быстро образуется плазма любого вида, должен возникать и электрический импульс.

В научной литературе отсутствуют сообщения о возникновении электрического импульса при взрывах обычных взрывчатых веществ, но это может быть связано с тем, что этот вопрос никто не исследовал.

Известно, что электросварка создает сильные помехи радиоприему, но эти помехи очень быстро убывают с расстоянием. Микровзрывами можно считать и искрение в плохих контактах в электрических сетях, в контактных системах электротранспортных средств или коллекторах двигателей постоянного тока. Но, поскольку амплитуда электрического импульса быстро убывает с расстоянием, то особых помех для радиоприема эти процессы не вызывают.

Молния также разогревает плазму до высокой температуры и создает помехи радиоприему. Существует мнение, что сам канал молнии служит в качестве антенны, излучающей радиоволны в широком диапазоне частот. Но так ли это? При той длине, которую представляет канал молнии, такая антенна должна была бы иметь прекрасные характеристики и надежно излучать не только в коротковолновом, но и в длинноволновом радиодиапазоне.

А это бы означало, что при любом ударе молнии в любом месте земного шара в наших приемниках возникали бы помехи. А поскольку ежесекундно на земном шаре возникают сотни молний, то весь эфир был бы заполнен сигналами помех. Этого не происходит по той причине, что плазменный канал молнии излучает не радиоволны, а электрические импульсы теми участками канала, где образуется плазма. При этом, поскольку процесс ионизации канала молнии происходит не одновременно во всех его точках, избыточные заряды, возникшие в различных участках канала, видят свое зеркальное отражение под земной поверхностью, образуя соответствующие диполи, поля которых убывают обратно пропорционально кубу расстояния.

То, что написано в этом параграфе, пока только теоретические предпосылки. Но если они будут подтверждены экспериментально, то будет не только еще раз подтверждена жизнеспособность концепции скалярно-векторного потенциала, но и откроется путь для разработки новых методик исследования процессов, происходящих при различных взрывах.

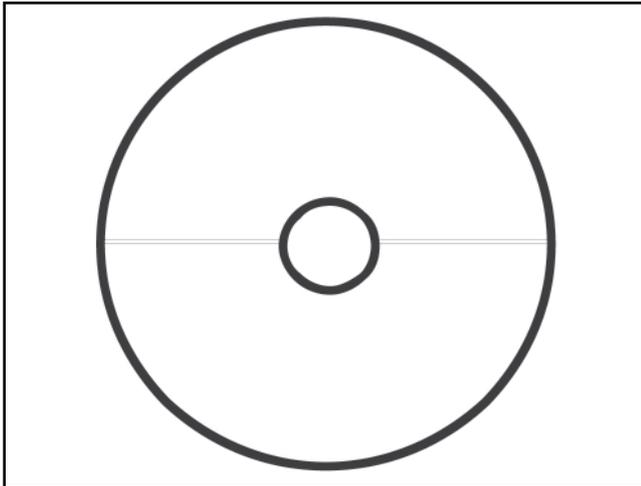
4. Генератор импульсов радиального электрического поля

Основываясь на приведенных результатах можно предложить конструкцию генератора импульсов радиального электрического поля, она представлена на рисунке 1. Генератор состоит из массивного металлического шара, внутри которого находится небольшая сферическая полость, к которой подходят два капилляра. Через капилляры полость заполняется нитроглицерином. Размер внутренней полости и толщина стенок шара подбирается таким образом, чтобы при взрыве нитроглицерина шар не разорвало. Детонацию нитроглицерина осуществляют акустическим способом путем резкого удара по стенке шара. После детонации температура во внутренней полости достигает значения порядка 10 тысяч градусов и более, что и вызывает возникновение радиального электрического импульса. Затем, возникшие в полости газы медленно выходят через капилляры, и после остывания шара генератор опять готов к работе.

Укажем, что подобным способом могут регистрироваться и подземные ядерные взрывы, поскольку радиальные электрические поля могут беспрепятственно проникать через любые среды.

Заключение

Во время ядерных взрывов образуется электрический импульс большой амплитуды и малой длительности, это явление находит свое объяснение в концепции скалярно-векторного потенциала,



Генератор импульсов радиального электрического поля

которая предполагает зависимость скалярного потенциала заряда от скорости. Но облако плазмы образуется и при взрывах других зарядов, поэтому, хотя температура облака взрыва в этом случае гораздо ниже, чем при ядерных взрывах, следует ожидать, что и в этом случае взрыв должен сопровождаться образованием электрического импульса. Однако, несмотря на многолетнюю историю изучения свойств таких взрывов, этот вопрос ранее не исследовался. Данная статья восполняет этот пробел, в ней проведен теоретический расчет характеристик электрического импульса, который должен возникать при взрыве тротиловых зарядов. Пока это только гипотеза, которая требует своего экспериментального подтверждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Менде Ф.Ф. Электрический импульс космического термоядерного взрыва // *Инженерная физика*. 2013. № 5. С. 16...24.
2. Менде Ф.Ф. *К вопросу об уточнении уравнений электромагнитной индукции*. Харьков, депонирована в ВИНТИ. №774-В88 Деп. 1988. 32 с.
3. Менде Ф.Ф. *Существуют ли ошибки в современной физике*. Харьков: Константа, 2003. 72 с.
4. Менде Ф.Ф. *Новая электродинамика. Революция в современной физике*. Харьков: НТМТ, 2012, 172 с.
5. Mende F.F. On refinement of certain laws of classical electrodynamics, arXiv, physics/0402084.

REFERENCE

1. Mende F.F. Электрический импульс космического термоядерного взрыва [Electric pulse space of a thermonuclear explosion]. *Inzhenernaya fizika* [Engineering Physics]. 2013. № 5. P. 16...24.
2. Mende F.F. *K voprosu ob utochnenii uravneniy elektromagnitnoy induksii* [On refinement of equations of electromagnetic induction]. Kharkov, deposited in VINITI. No 774 – B88 Dep., 1988.
3. Mende F.F. *Sushchestvuyut li oshibki v sovremennoy fizike* [Are there errors in modern physics]. Kharkov: Publishing House «Constant», 2003.
4. Mende F.F. *Novaya elektrodinamika. Revolyutsiya v sovremennoy fizike* [New electrodynamics. Revolution in the modern physics]. Kharkov: Publishing House «NTMT», 2012, 169 p.
5. Mende F.F. On refinement of certain laws of classical electrodynamics, arXiv, physics/0402084.

Сведения об авторе

Менде Федор Федорович, доктор техн. наук, директор

E-mail: mende_fedor@mail.ru

НИИ Криогенного приборостроения Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина НАН Украины

61103, Украина, Харьков, пр. Ленина, 47

Information about authors

Mende Fedor F., Doctor of Techn. Sciences, Director

E-mail: mende_fedor@mail.ru

Research institute for cryogenic instrument engineering B.I. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering NAS Ukraine

61103, Kharkov, Ukraine, Lenin Ave., 47