

УДК: 623.541

МЕТОД СОЗДАНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ АНТЕННЫ

Олег Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, заведующий кафедрой метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)361-07-45, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

Владилен Федорович Минин

Доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, e-mail: prof.minin@gmail.com

Игорь Владиленович Минин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры метрологии и технологии оптического производства, тел. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Предложен новый принцип формирования импульсной плазменной антенны на основе применения гиперкумулятивных зарядов.

Ключевые слова: гиперкумулятивный заряд, плазма, антенна.

METHOD OF CREATION OF THE PULSE PLASMA ANTENNAS

Oleg V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., doctor of technical sciences, head of a department of metrology and optical technology, tel. (383)361-07-45, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

Vladilen F. Minin

Dr. Sci. Tech., professor, the winner of the State premium of the USSR, e-mail: prof.minin@gmail.com

Igor V. Minin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., doctor of technical sciences, professor of the department of metrology and optical technology, tel. (383)361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

The new principle of the pulse plasma antennas formation on the basis of application of hypercumulative charges is offered.

Key words: a hypercumulative charge, plasma, antennas.

Известен метод создания плазменных антенн и устройство для его осуществления [1], заключающийся в формировании в ионосфере плазменного столба путем возбуждения плазменно-волнового высокочастотного разряда с формированием ускоряющего поля в ускоряющем промежутке, к которому прикладывают импульсное высоковольтное напряжение. Недостатками этого метода являются небольшие размеры искусственной апертуры, создаваемой в атмосфере

Земли и следовательно, степень сужения диаграммы направленности антенны оказывается незначительной.

Известен метод создания плазменной антенны [2], основанный на использовании лазерного излучения, в котором излучающим элементом является ионизированный столб воздуха, создаваемый лазерным лучом и аналогичный излучающему металлическому стержню. Метод включает следующие операции: формирование импульса лазерного излучения, формирование ионизированного воздушного канала и одновременно формирование радиоимпульса, излучение радиоимпульса вдоль ионизированного канала, распространение радиоимпульса вдоль ионизированного канала и формирование диаграммы направленности антенны. Недостатками описанного метода являются большие энергозатраты на формирование ионизированного канала, которые получаются из-за необходимости создания и воздушном канале избыточной ионизации, так как в связи с небольшим временем релаксации ионизированный канал сравнительно быстро (единицы, десятки микросекунд) нейтрализуется, малая длина формируемой плазменной антенны, большие габариты устройства реализующего способ.

Известен метод создания импульсной плазменной антенны [3]. Метод создания импульсной плазменной антенны в окружающем пространстве, включает внесение в заряд взрывчатого вещества (ВВ) легкоионизирующих добавок, например, Mg, Li, $CzNO_3$ и др., размещения заряда ВВ в камере сгорания, инициирования заряда ВВ (пиропатрона), формирования плазменного образования из продуктов детонации ВВ в камере сгорания, дальнейшего истечения плазмы через сопло Лавалля в окружающее пространство с формированием рабочего тела плазменной антенны (плазменной струи). Недостатками способа являются малая скорость постановки плазменной антенны – около 600 м/с и малая длина формируемой антенны, около 0.6-0.8 м.

Известен метод создания импульсной плазменной антенны [4], включающий облицовку металлокерамическим материалом, содержащего щелочные металлы или их соединения внутренней поверхности выемки в заряде взрывчатого вещества, инициирование заряда взрывчатого вещества со стороны противоположной выемки и метание частичек металлокерамического материала в окружающее пространство со скоростью достаточной для ионизации ионизируемого материала при их движении в атмосфере с формированием плазменной антенны. Недостатком метода является малая длина формируемой плазменной антенны, обусловленная быстрым торможением ионизируемых легких частичек металлокерамического материала в атмосфере воздуха и прекращением их ионизации. Длина плазменной антенны не превышает единиц метров.

Целью работы является достижение технического результата – дальнейшее увеличение длины формируемой импульсной плазменной антенны [5].

Поставленная задача достигается тем что, в известном методе импульсной плазменной антенны в окружающем пространстве, включающем облицовку внутренней поверхности выемки в заряде взрывчатого вещества, инициирования заряда взрывчатого вещества со стороны противоположной выемки и метания материала облицовки в окружающее пространство со скоростью достаточ-

ной для ионизации ионизируемого материала при его движении в атмосфере с формированием плазменной антенны, согласно изобретению, облицовка выполняется преимущественно из легких металлов, например, алюминия или алюминиевых сплавов, сжимается продуктами детонации на ось симметрии заряда с формированием массивного компактного безградиентного или малоградиентного кумулятивного тела в окружающем пространстве, взаимодействия тела при его полете с атмосферой с формированием ударной волны и спутного следа, термической ионизацией воздуха, нагревом материала поверхности тела, его разрушением и поступлением в спутный след, при этом плазменная антенна формируется за высокоскоростным телом из ионизированного воздуха и ионизированных продуктов разрушения кумулятивного тела [5].

Выбирая материал кумулятивной облицовки и форму заряда можно изменять форму и скорость метаемого компактного безградиентного или малоградиентного тела, а так же скорость разрушения поверхности (эрозии и абляции) поверхности тела и массу ионизируемого материала поступающего в спутный след, тем самым изменяя пространственные и временные характеристики формируемого плазменного образования. Большая масса компактного безградиентного или малоградиентного тела уменьшает потерю скорости при его торможении в воздухе, тем самым увеличивая длину плазменной антенны. Высокая скорость полета тела по сравнению со скоростью движения плазменного образования (спутного следа) позволяет быстро создавать плазменную антенну значительной длины, например, длиной несколько десятков или сотен метров, что расширяет диапазон рабочих длин волн антенны.

При инициировании заряда взрывчатого вещества с выемкой с металлической облицовкой, выполненной преимущественно из алюминия или алюминиевых сплавов, продукты детонации сжимают облицовку. Материал облицовки соударяется на оси заряда с формированием массивного компактного безградиентного или малоградиентного тела. Массивное компактное тело при полете в атмосфере меньше теряет свою скорость, чем поток легких частичек и может пролетать на расстояние равное в несколько тысяч диаметров заряда взрывчатого вещества. Так как градиент скорости в материале тела мал или отсутствует, то в полете тело не меняет свою форму и не разрушается на несколько частей. При тела движении в атмосфере возникает ударная волна и спутный след, при этом температура газа на фронте ударной волны может достигать несколько тысяч градусов при давлении несколько десятков или сотен атмосфер. В таких условиях газ в спутном следе и на фронте ударной волны ионизируется. Материал поверхности тела, взаимодействуя с набегающим потоком газа, нагревается и сносится в спутный след, где продукты разрушения материала тела ионизируются. Как показали наши экспериментальные исследования механизм разрушения поверхности тела происходит в виде эрозии.

Массивное компактное безградиентное или малоградиентное тело, создающее при движении со скоростью достаточной для ионизации ионизируемого материала при движении в атмосфере может быть реализовано, например, в виде кумулятивных зарядов [6- 8].

Таким образом, предлагаемый метод создания импульсной плазменной антенны в окружающем пространстве позволяет, в отличие от многих методов создания импульсных плазменных антенн, осуществить создание антенны протяженностью составляющей десятки и сотни метров, что больше в 10-20 раз, чем в известных способах.

Работа частично поддержана грантом РФФИ 15-03-00691.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент РФ № 1786969.
2. Патент США №3404403, 343-700, 1968 г.
3. А.Х. Аджиев, В.А. Сошенко, О.В. Сытник, А.С. Тищенко. Аппаратура и экспериментальные исследования взрывных плазменных антенн // ЖТФ, 2007, т. 77, вып. 6, с. 88-92.
4. US Patent 2007/0263759, Plasma antenna Generator and method of using same.
5. Положительное решение по заявке № 2013145333 от 8.12.2014. Способ создания импульсной плазменной антенны.
6. Yu. A. Vedernikov. Dynamics and control of impact cumulative systems in the free space of the Earth // 6th Cranfield Conf. On Dynamics and Control of Systems and Structures in Space, Riomaggiore, Cingue Perre, Italy, Yule 18-22, 2004, p. 7-22.
7. Минин В.Ф., Минин И.В., Минин О.В. Физика гиперкумуляции и комбинированных кумулятивных зарядов. Новосибирск: ООО «Новополиграфцентр», 2013 – 272 с.
8. Минин И.В., Минин О.В. Кумулятивные заряды. – Новосибирск, СГГА, 2013. – 199 с.

© О. В. Минин, В. Ф. Минин, И. В. Минин, 2015