

ШЛЯХИ ПОБУДОВИ НАДІЙНОГО ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ РАДІОХВИЛЬ ЧЕРЕЗ ПЛАЗМУ

Шефер О.В.

Полтавський національний технічний університет

імені Юрія Кондратюка, Україна

E-mail: avs075@ukr.net

The ways of radio waves reliable telemetrical communication due to plasma

New approach for the improvement of reliable and continuous telemetry with SC due to pulsed plasma exposure of artificially created radio impermeable outer shell, which is formed around a moving SC is proposed. This interaction of two plasma environments - natural and artificial, around crevice antenna could provide reliable and high quality channel of electromagnetic waves passage

Побудова завадостійких телекомунікацій є актуальною проблемою пов'язаною із утворенням високотемпературної плазми навколо КА під час виведення його на орбіту із швидкістю більше 5 Маха [1, 2].

Розв'язання поставленої проблеми відкриває практично невичерпні можливості супутникових телекомунікацій.

Високотемпературне плазмове середовище створює не проникну зону для електромагнітних коливань радіодіапазону. В результаті, відсутня зворотна інформація від КА та спотворення, або затримка в часі керуючих команд на нього. Це призводить до зниження безпеки руху КА. На рис. 1 наведено режими течії плазми навколо КА під час виведення КА на орбіту. Забезпечення якісного та безперервного зв'язку є актуальною проблемою.

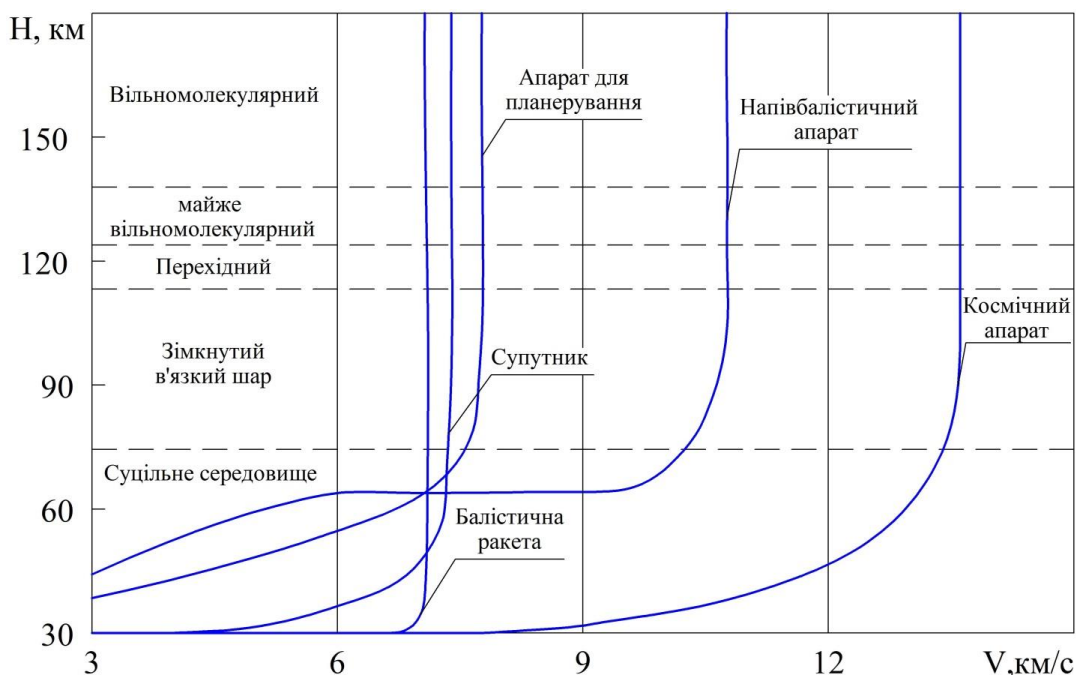


Рис. 1. Режими течії плазми під час виведення КА на орбіту

Спостерігається помітний прогрес у вивченні неврівноважених станів високотемпературного плазмового середовища, що оточує КА [1]. Під впливом позитивних іонів, що потрапляють на КА із великою енергією та швидких нейтральних атомів, котрі створюються в процесі перезаряджання іонів, на поверхні виникає велика вторинна електронна емісія. Ефект розряду плазми пояснюється коливальними рухами електронів, що пронизують плазму [4].

Для зменшення впливу плазми на зв'язок із КА, запропоновано кілька підходів [3]. Антени із тепловим захистом із зниженою чутливістю до взаємодії із високотемпературною плазмою аеродинамічного нагріву. Існує підхід пов'язаний із використанням довгих теплостійких антен, які виносяться за плівку плазмової оболонки.

Запропоновані підходи суттєво погіршують аеродинаміку рухомого об'єкта, хоча вони направлені на покращення завадостійкості проходження радіосигналу. У доступних літературних джерелах не наводяться шляхи направлені на створення завадостійкого середовища без погіршення аеродинаміки.

Створення завадостійкого каналу зв'язку, можливе шляхом підсилення сигналу, котре може бути створене резонансом, або узгодженими електромагнітними коливаннями, між плазмовою оболонкою та штучно створеним узгоджувальним шаром та КА. Як тільки резонанс буде досягнуто, енергія почне стійко циркулювати між плазмою та штучно створеним узгоджувальним шаром, аналогічно до звичайних конденсатора та котушки в електричному колі. Радіосигнал що надходить із пристрою радіолокації може розповсюджуватись через узгоджувальний шар та плазмову оболонку безперешкодно.

Для ефективної роботи цього підходу товщина узгоджувального шару і плазмової оболонки повинна бути меншою, ніж довжина електромагнітних хвиль, котрі використовуються для комунікації із КА.

Цей метод не працює, якщо частотний діапазон антен буде високим. Але саме високий частотний діапазон використовується в даний час. Тому даний підхід має лише теоретичні викладки, без практичного використання.

Підхід, вільний від зазначених недоліків, ґрунтується на створенні завадостійкого зв'язку шляхом впливу на плазмову оболонку із середини КА. Це можливо при взаємодії елементарних частинок високотемпературної плазми із штучно створеним джерелом елементарних процесів низькотемпературної плазми [5].

Плазма штучного походження просто утворюється в зонах позитивного стовпа та від'ємного випромінювання тліючого розряду [6]. Але плазма від'ємного випромінювання за інтенсивністю в 3 - 4 рази вище випромінювання плазми позитивного стовпа, а енерговитрати на її створення в кількість разів менші, ніж на створення позитивного випромінювання.

При взаємодії позитивних іонів, що потрапляють на катод із великою енергією та швидких нейтральних атомів, котрі створюються в процесі перезаряджання іонів, на поверхні катода виникає велика вторинна електронна

емісія. На основі цього в розряді спостерігається значно менша напруга горіння, ніж у аномального катодного падіння потенціалу.

Автором запропоновано генерувати навколо антени КА низькотемпературну плазму від'ємного випромінювання, котра відштовхує іонізований зовнішній потік високотемпературної плазми, тим самим створюється радіопроникне середовище. Даний процес відбувається без втручань у зовнішню конструкцію КА, а залежить лише від геометрії плазмових електродів, тиску та роду газу.

Проблема побудови систем підвищеної завадостійкості радіосигналів є далеко незавершеною, але проходженні частотно-селективного середовища завмирання гіпершвидкісним КА, із застосуванням штучно створеної плазми, забезпечить підвищення безпеки радіозв'язку без погіршення аеродинамічних властивостей та додаткових витрат на перетворення сигналів телеметрії.

Запропоновано новітній підхід для забезпечення надійної та безперервної телеметрії із КА, шляхом імпульсного впливу штучно створеною плазмою на радіонепроникну зовнішню оболонку, котра утворюється навколо рухомого КА. Така взаємодія двох плазмових середовищ – природного та штучного, навколо щільової антени, забезпечить надійний та якісний канал проходження електромагнітних хвиль.

Література

1. Wolverton M. Piercing the Plasma: Ideas to Beat the Communications Blackout of Reentry. Scientific American. New York: Scientific American. 2009. no. 12. pp. 28–29.
2. Абламейко С. В. Спутниковые системы связи: пособие для студентов факультетов радиопизики и компьютер. технологий / С. В. Абламейко, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов. – Минск : БГУ, 2012. – 147 с.
3. Macheret S., Ionikh Y., Martinelli. and et. al. External Control of Plasmas for High-Speed Aerodynamics. Paper AIAA 99- 4853. 3rd WIG Workshop. Norfolk. VA. Nov. 1999, P. 16.
4. Smirnov Boris M. Theory of Gas Discharge Plasma. Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics, Switzerland. – 2015. – P 423.
5. Райзер Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер. – Москва :Интеллект, 2009. – 736 с.
6. Грановский В. Л. Электрический ток в газе. Установившийся ток / В. Л. Грановский. – Москва: Наука, 1971.– 543 с.