

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕТЛЕВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ И МЕТАЛИЧЕСКИХ АНТЕНН ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Овсяников В. В., д.т.н., профессор; Каишуба И. В., студент

Государственное высшее учебное заведение

«Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина

Отмечено, что в настоящее время применение плазмы как четвертого состояния вещества во многих областях науки и техники привлекает к себе внимание многих исследователей и разработчиков. Предложение по применению ионизированных лучей для обеспечения радиосвязи было высказано еще в начале XX века [1] и с тех пор в различных странах продолжают исследования и разработка плазменных антенн (ПА) на основе холодной плазмы газового разряда и СВЧ разряда. В 2003 г. вышла статья [2] с обзором последних достижений по созданию плазменных антенн, включающих нейтральные газы и пары ртути. Интерес к ПА можно объяснить такими важными свойствами ПА по сравнению с металлическими и диэлектрическими антеннами как способность при необходимости исчезать из поля зрения радиолокационных и других средств, способностью изменять свои внутренние параметры (подобно «хамелеону»), широкополосность, уменьшенная масса и др.

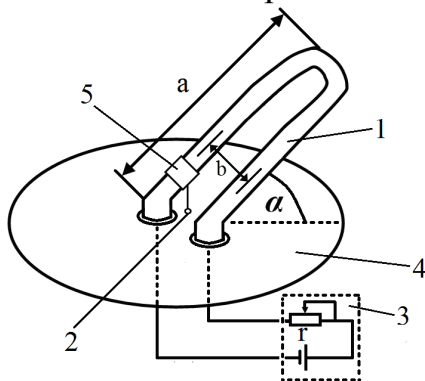


Рис. 1. Конфигурация исследуемых петлевых антенн: 1 — петлевая антенна, 2 — порт СВЧ возбуждения, 3 — источник формирования газового разряда в трубке, 4 — металлический диск, 5 — узел возбуждения СВЧ сигнала в ПА

Удельная проводимость (УП) среды ПА, представленной на рис. 1, определяются по формулам работы [3]. Однако при этом предложено дополнять значение УП слагаемым, учитывающим пары ртути следующим образом

$$\sigma_{PA} = \sigma_G + \sigma^{PA}_{Hg}, \quad (1)$$

где: σ_{PA} — суммарное значение УП ПА с учетом паров ртути; σ_G — УП плазмы [3]; σ^{PA}_{Hg} — УП паров ртути, наполняющих ПА.

С учетом выражения (1) расчет суммарного значения УП ПА (σ_{PA} , в См/м) для случая наличия в ПА паров ртути выполняется по формуле:

$$\sigma_{PA} = 1,11 \cdot 10^{-10} \frac{e_e^2 N_e v_{ef}}{m_e \cdot (\omega^2 + v_{ef}^2)} + \frac{4 \sigma_{Hg} m}{\pi \rho_{Hg} L d^2}, \quad (2)$$

где e_e — заряд электрона $4,80 \cdot 10^{-10}$ СГСЕ; ω — круговая рабочая частота; v_{ef} — эффективное число столкновений частиц за секунду. Во втором сла-

гаемом в (2) — σ_{Hg} — проводимість ртуті $1,04 \cdot 10^6$ См/м; m — маса ртуті, введеної в данню ПА; ρ_{Hg} — щільність ртуті $1,36 \cdot 10^4$ кг/м³, L, d — довжина петлі і діаметр трубки ПА, діаметр металічного диска $\Phi = 0.5$ м.

Ісследовано вплив парів ртуті в частотному діапазоні 50–500 МГц на УП холодної плазми газового розряду петлевої несиметричної ПА. Ісследовано два характерні варіанти наповнення ПА ртутю в кількості 30 мг і 70 мг. С урахуванням отриманих даних по УП в данному частотному діапазоні виконано комп'ютерне моделювання основних СВЧ характеристик петлевих ПА, таких як КСВН і КПД. Отримані частотні залежності КСВН і КПД ПА (рис. 2) при наявності парів ртуті в плазменному об'ємі. Установлено, що чим більше примісей ртуті в ПА, тим ближче КСВН до одиниці, що є сприятливим фактором, з іншої сторони, збільшення парів ртуті призводить до зниження КПД, що небажательно.

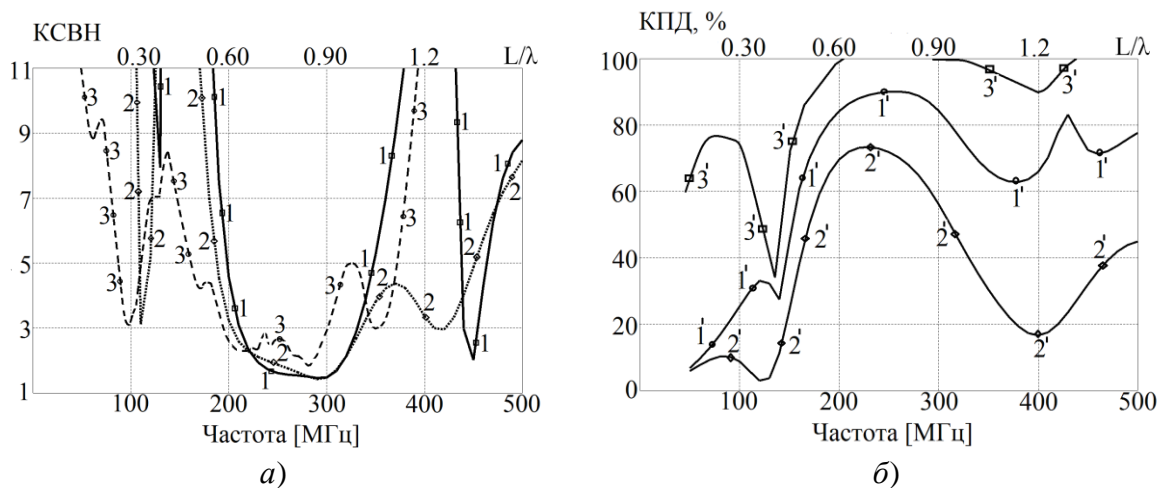


Рис.2. Расчетные и экспериментальный графики зависимости КСВН (рис.2а) и КПД (рис.2б) от частоты в исследуемом диапазоне частот: 1,1' — ПА без учёта паров ртути; 2,2' — ПА с учетом влияния паров ртути, 70 мг; 3 — ПА с учетом влияния паров ртути (экспериментальная кривая) при $\alpha = 90^\circ$; 3' — петлевая алюминиевая антенна при $\alpha = 30^\circ$.

Виконано порівняння результатів розрахунку КСВН ПА з експериментальними даними для ПА. Рекомендується для отримання оптимальних значень КСВН і КПД ПА і покращення екологічної обстановки поблизу ПА по можливості знизити об'єм вводимих парів ртуті, до значень нижче 30 мг.

Литература

1. J. Hettinger, Aerial Conductor for Wireless Signaling and Other Purposes / Hettinger J. Patent # 1,309,031, July 8, 1919.
3. D. C. Jenn Plasma antennas: Survey of Techniques and the Current State of the Art / Jenn D. C. Naval Postgraduate School, Prepared for: SPAWAR PMW 189 San Diego, CA, USA, 2003. — 27 p
3. Гинзбург В. Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В. Л. Гинзбург — М. : 1960. — 552 с.