

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ АНТЕН НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Слюсар В.І.¹, д.т.н., професор; Слюсарь І.І.², к.т.н., доцент

¹ *Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна*

² *Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

Серед різних типів антен, що можуть використовуватися на борту транспортних засобів, новим різновидом є антени [1], які конструктивно інтегруються до коліс рушія. Особливу привабливість такому підходу надає поява малих тактичних безекіпажних платформ (UGV), в яких колеса є одними з найбільших елементів конструкції й виступають над верхньою поверхнею корпусу. Суттєво, що такі UGV мають зберігати працездатність незалежно від штатного чи перевернутого догори дном положення. Очевидно, що при такому підході не можуть бути використані традиційні штиркові антени, які при перекиданні платформи будуть упиратися в ґрунт і позбавлять безекіпажний засіб рухомості та можливості радіообміну.

Для подолання зазначеного протиріччя пропонується використовувати колеса в якості антенних елементів. За прототип таких антен слід взяти двострічкові антени, запропоновані в [2 - 4] та модифіковані шляхом введення радіальних елементів міцності, що поєднують обидві стрічкові поверхні між собою (рис. 1). Введення до запропонованих в [2 - 4] компоновок антен додаткових вставок-супортів суттєво впливає на властивості антени. Як наслідок, проведені дослідження були спрямовані на аналіз характеристик синтезованих кільцевих двострічкових антен з різним конструктивним виконанням та розташуванням супортів. При цьому необхідно було дослідити вплив на властивості синтезованих антен різних варіантів матеріалу вставок-супортів, у тому числі металу.

З огляду на складність опису взаємодії з радіохвилями розглянутих типів антен, що відносяться до неевклідової геометрії, для їх синтезу, аналізу та оптимізації необхідно використовувати методи чисельного моделювання. Для цього було використано програмне забезпечення ANSYS Electromagnetics. З урахуванням обраного плану експерименту на початковому етапі було проаналізовано властивості конструкції з розрізом у верхній стрічці в напрямку осі X (рис. 1), яка зарекомендувала себе як найбільш широкопasmова у попередніх дослідженнях [2]. При цьому супорти заглиблювалися у кожен з максимальних за висотою виступів верхньої стрічки й розташовувалися по центру міжстрічкового коридору (рис. 1). В якості матеріалу супортів було обрано діелектричний матеріал Rogers RO3210 з бібліотеки ANSYS Electromagnetics з відносною діелектричною

проникливістю 10,15. Варіюванню підлягала єдина змінна *vstavka_thickness*, що характеризувала товщину вставки й обиралась з діапазону значень 0,5 - 1 мм. При цьому ширина стрічок становила 4,5 м, а зовнішній діаметр антени – 25,4 мм.

Як і очікувалося, найкращі результати були отримані у випадку найтонкішого варіанту супорту, що менше впливав на поширення електромагнітних хвиль. На рис. 2 наведено залежність зворотних втрат (Return Loss) досліджених конструкцій антен у діапазоні частот від 0,1 до 40 ГГц.

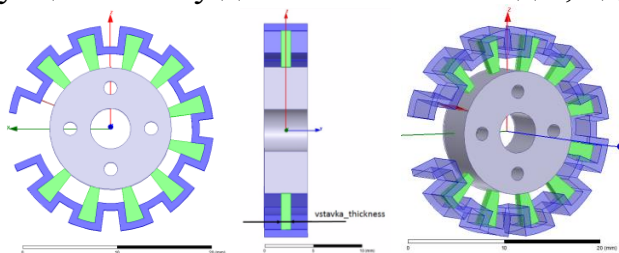


Рис. 1. Приклад використання вставок-супортів у двострічковій колісній антені

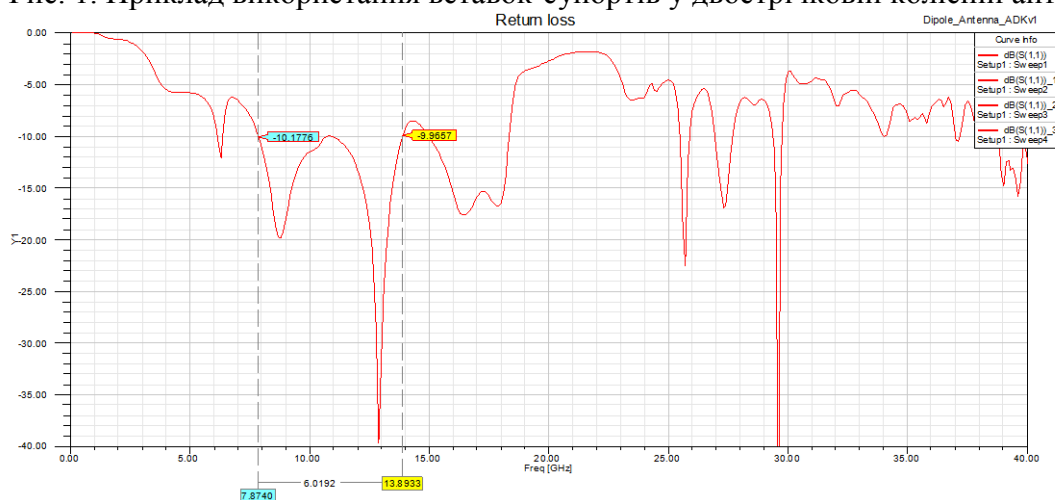


Рис. 2. Частотна залежність величини зворотних втрат для антени на рис. 1.

Ширина смуги пропускання антени, наведеної на рис. 1, становить понад 6 ГГц у смузі частот від 7,87 до 13,9 ГГц. Крім того, існують вузько-смугові робочі зони на частотах міліметрового діапазону стільникових мереж 5G з досить вираженими резонансними властивостями.

Подальший синтез та аналіз колісних антен пропонованого типу був спрямований на отримання широкої смуги пропускання в діапазоні частот 27 - 30 ГГц зі збереженням працездатності в означеному діапазоні 10 ГГц.

Одним з варіантів конструкції, що задовольнила зазначеним вимогам, стала антена з шаховим варіантом розташування супортів та додатковим супортом у розрізі зовнішньої стрічки (рис. 3). Залежність її коефіцієнта стоячих хвиль (VSWR) від частоти наведена на рис. 4. Як свід-

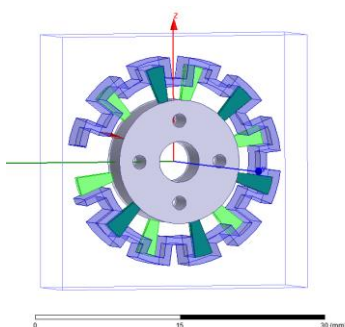


Рис. 3. Конструкція колісної антени з шаховим розташуванням супортів

чить вказаний графік, умові $VSWR < 2$ задовольняють частотні інтервали 7,73 – 13,6 ГГц та 21,94 – 34,3 ГГц. Таким чином, синтезована антена може бути використана в інтегрованій радарно-комунікаційній системі безекіпажної платформи з охопленням діапазону зв'язку 5G.

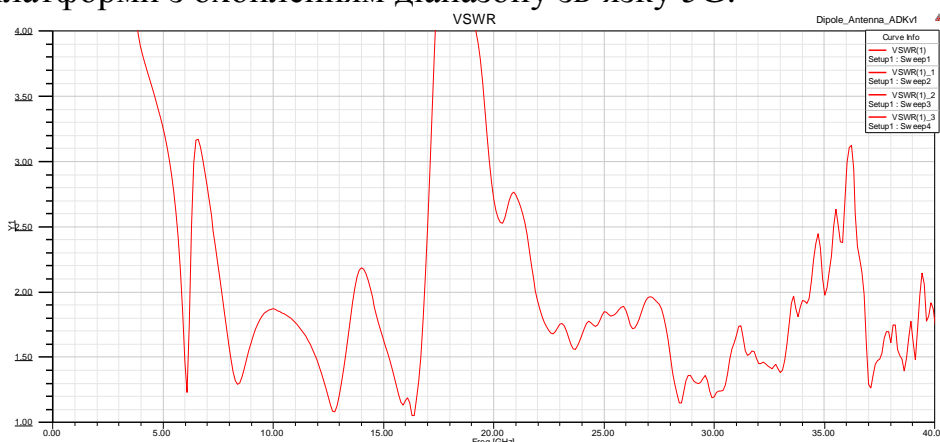


Рис. 4. Залежність коефіцієнта стоячої хвилі антени на рис. 3 від частоти.

Проведені дослідження підтвердили можливість використання вставок супортів у складі двострічкових колісних антен. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію їх параметрів та аналіз впливу ґрунтових сумішей та води на частотні характеристики.

Перелік посилань

1. Слюсар В., Слюсарь И., Шуть В. Колёсные антенны ММО для роверов. // V Міжнародна науково-практична конференція “Study of modern problems of civilization”, 19 - 23 жовтня, 2020. - Осло, Норвегія. - С. 471 - 478. - DOI: 10.46299/ISG.2020.II.V.
2. Широкопосмугові антени на основі кільцевої геометрії / І.І. Слюсарь, В.І. Слюсар, С.В. Зуб, Д.Ю. Телешун // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2020. – № 2. – С. 173-179. – DOI:10.26906/SUNZ.2020.2.173.
3. Sliusar I.I., Sliusar V.I., Voloshko S.V., Zinchenko A.O., Degtyareva L.N. Synthesis of quasi-fractal ring antennas. // 6th International Scientific-Practical Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology” (PICS&T’2019). October 8-11, 2019. – Kyiv, Ukraine. – Pp. 741 - 744. – DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061286.
4. I. Sliusar, V. Sliusar, S. Voloshko, A. Zinchenko, Y. Utkin. Synthesis of a Broadband Ring Antenna of a Two-Tape Design. // 12th International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT-2020), 22 - 27 June 2020, Kharkiv, Ukraine. - Pp. 161 - 165.

Анотація

Запропоновано та досліджено новий тип дводіпазонних широкопосмугових антен, що інтегруються до колеса транспортного засобу і дозволяють одночасно вирішувати радарні та комунікаційні завдання.

Ключові слова: колісна антена, безекіпажна платформа.

Abstract

A new type of dual-band broadband antennas that are integrated into the vehicle wheel and allow to solve radar and communication tasks at the same time is proposed and investigated.

Keywords: wheeled antenna, UGV.