

УДК 621.396.67

Бугрова Т.І.¹, Баранов В.А.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-218сп НУ «Запорізька політехніка»

РОЛЬ МЕТАМАТЕРІАЛІВ У КОНСТРУКЦІЇ МІМО АНТЕН

В наш час з'явилась зацікавленість до використання метаматеріалів (штучних середовищ з додатними та від'ємними електрофізичними параметрами) у конструкціях антен. Усі типи середовищ можна поділити на 4 групи: DPS (діелектрик), ENG, MNG і DNG.



Рисунок 1 – Типи середовищ

В роботі досліджувались середовища типу ENG, MNG. Поява способу легкого виготовлення цих середовищ у вигляді метаматеріалів і надає можливість для їх використання при побудові антен. На відміну від вже відомих конструкцій з використанням метаматеріалів, особливість цієї роботи полягає у використанні метаматеріалу в антені МІМО типу. Поки що ці антени використовуються для 3G-4G зв'язку, тобто в діапазоні від 1800 до 2700 МГц; але за допомоги метаматеріалу є можливим розширення застосування антени МІМО до 5G-6G стандарту. Конструктивно це є антенною решіткою з елементом випромінювання у вигляді антени директорного типу, яку показано на рис.2.

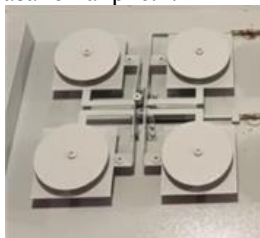


Рисунок 2 – Конструкція антени МІМО

Металевий директор антени MIMO замінено на директор із метаматеріалу, три варіанти геометрії якого зображено на рис. 3. Впродовж дослідження запропонованих структур за допомогою середовища електродинамічного 3D аналізу HFSS 17.2 вдалося виявити, що шляхом зміни розмірів, конфігурації та типу елементів метаматеріалу можна налаштовувати відповідну резонансну частоту антени і узгоджувати її з фідером живлення.

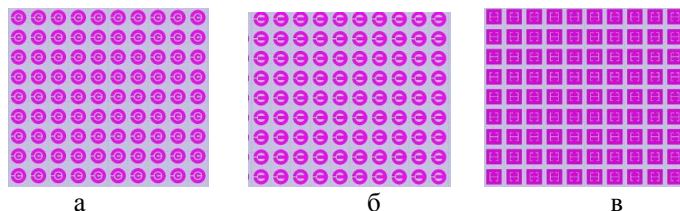


Рисунок 3 – Структури матеріалів: а,б-MNG матеріал; в-ENG матеріал.

Товщина елементів і відстань між ними регулюють ступінь металізації метаматеріалу, а значить, і рівень взаємодії з електромагнітним полем випромінювача. Значні зміни характеру впливу матеріалу також відбуваються при переході від елементів MNG-типу ($\epsilon > 0$, $\mu < 0$), де переважають струми провідності, до матеріалу ENG-типу ($\epsilon < 0$, $\mu > 0$), де переважають струми зміщення. Встановлено, що в діапазоні 1,8 ... 2,7 ГГц розміри елементів повинні знаходитись у межах 2...1,5 мм, а відстань між ними повинна бути порядку 250...500 мкм.

На рис. 4 показані 3D (а) і 2D (б) діаграми спрямованості антени. Її коефіцієнт підсилення змінюється від 14,3 дБ на частоті 2,6 ГГц до 19,7 дБ на частоті 3.2 ГГц.

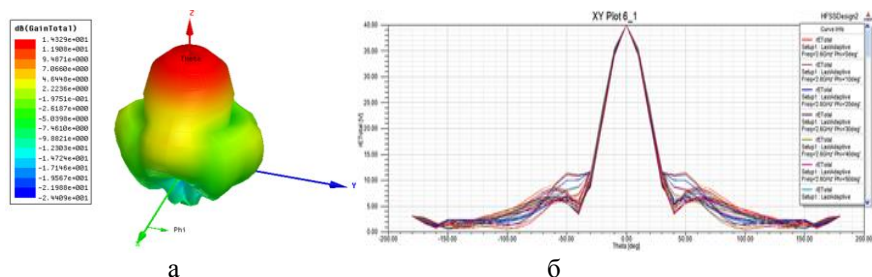


Рисунок 4 – Просторова діаграма спрямованості

Внаслідок застосування метаматеріалів в складі MIMO антен відбувається зміщення усіх характеристик антени у бік більш високих частот.

При цьому робочий діапазон частот антени розширюється до меж 1,8...3 ГГц, покращується узгодження антени з фідером (внаслідок чого коефіцієнт стоячої хвилі не перевищує значення 1,21). Потенційних виробників та споживачів цього іновативного продукту можуть зацікавити зменшені лінійні розміри та маса антени МІМО у порівнянні з наявними аналогами на ринку антен з просторовим рознесенням.