

УДК 621.396.67

Бугрова Т.І.¹, Чорнобородов М.П.², Мороз Г.В.³, Денека М.А.⁴

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асист. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. РТ-217 НУ «Запорізька політехніка»

ВИПРОМІНЮВАЧ МУЛЬТИЧАСТОТНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ КОЛОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ З ВІДБИВАЧЕМ У ВИГЛЯДІ МЕТАМАТЕРІАЛУ

Спіральні антени можуть бути побудовані у вигляді площинних структур і випромінювати хвилі з коловою поляризацією, що водночас підвищує завадозахищеність прийнятого сигналу і дає можливість реалізувати компактну конструкцію антен. Тому вони широко використовуються в радіолокаторах – при дистанційному радіозондуванні поверхні, пошуку напрямку в глобальній системі позиціонування, а також в телеметрії, і т.п. Для проектування спіральної антени зазвичай використовується Архімедові або логарифмічна геометрія. Хоча Архімедові спіральні антени мають широку пропускну здатність, їх важко масштабувати за частотою. Можна отримати більш частотно незалежну антену, використовуючи логарифмічну спіраль, оскільки вона легше масштабується.

Однак, недоліком її є те, що вона стає дуже великою вже з перших кількох витків, які стають дуже близькими один до одного, що призводить до ущільнення структури навколо її центру. Другим загальним недоліком спіральних антен є їх двоспрямованість. Якщо антени використовуються в якості елементів фазованої антенної решітки (ФАР), односпрямованість елементів є принциповою вимогою, тому необхідно застосувати відбивач. В якості відбивача пропонується метаматеріал ENG типу, який водночас виконує узгоджувальні функції високого входного опору приблизно $Z_{in} \leq 200$ Ом і характеристики імпедансу - 50 Ом та зменшує кінцеві геометричні розміри кожної спіралі та антенної решітки в цілому. Геометрію елементу ФАР показано на рис.1.



Рисунок 1 – Двозахідна спіраль (а) та відбивач з метаматеріалу ENG-типу (б)

Антену моделювалися в електродинамічному середовищі проектування HFSS 18. Розраховувались характеристики узгодження з лінією живлення – S_{11} і VSWR, розподіл амплітуди електричного поля на різних частинах конструкції антени, характеристики деполяризації, підсилення (рис.2) та діаграми спрямованості в головних перерізах (рис.3, синя крива- повздовжня площина, червона – поперечна площина) в широкому діапазоні частот.

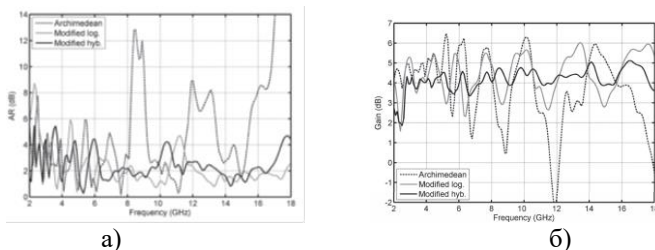


Рисунок 2 – Частотна залежність коефіцієнту еліптичності (а) та підсилення (б) в діапазоні 2...18 ГГц

З результатів проведеного аналізу випливає, що робочий діапазон антени сягає від 0,5 до 36 ГГц; особливо точне узгодження спостерігається на

частотах 2, 6,2, 12, 24 і 30 ГГц. Коефіцієнт стоячої хвилі по напрузі (VSWR) становить 1...1,9 в смузі частот від 1 ГГц до 35 ГГц; вище 35 ГГц значення VSWR піднімається вище 2. При цьому ахимедова спіральна антена має кращий VSWR, ніж логарифмічна. VSWR обох видів антен покращується за рахунок збільшення кількості витків та за наявності відбивача з метаматеріалу. Коефіцієнт підсилення антени сягає 6,418 дБ для 6,2 ГГц і 5,241 дБ для 30 ГГц.

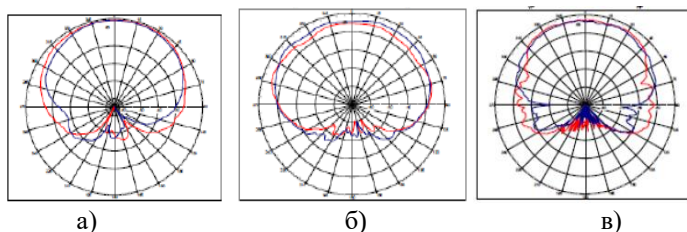


Рисунок 2–Діаграми спрямованості в головних перерізах спіралі на частотах 0,5 ГГц (а), 2 ГГц (б) і 18 ГГц (в)

Важливою властивістю випромінювача як елементу ФАР є низький рівень бічних пелюсток (<-0,9 дБ) та практична частотна незалежність ширини головної пелюстки діаграми спрямованості в обох площинах перерізу у всьому досліджуваному діапазоні.