

## ТЕХНІКА ТА ПРИСТРОЇ НВЧ ДІАПАЗОНУ. АНТЕННА ТЕХНІКА

УДК 621.39.71

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИПРОМІНЮВАННЯ АНТЕНИ ТИПУ «КІЛЬЦЕСТЕРЖНЕВА СТРУКТУРА В РУПОРІ»

*Дубровка Ф.Ф., Баньковський В.Л.*

Важливою вимогою, яка ставиться перед сучасними бортовими і наземними дзеркальними антенами систем супутникового зв'язку та радіорелейних ліній, є забезпечення низького рівня кросполяризованого випромінювання (КПВ). Це дозволяє реалізувати поляризаційне ущільнення каналів і тим самим удвічі збільшити інформаційну ємність таких систем. Відомо, що в більшості випадків основним джерелом КПВ дзеркальних антен є опромінювачі. Тому на практиці використовують опромінювачі з низьким рівнем КПВ. Задачу отримання низького рівня КПВ вирішують, наприклад, введенням гофрування [1] або часткового заповнення рупора діелектриком, тощо. Але при переході в короткохвильову частину сантиметрового та міліметровий діапазон хвиль, виникають технологічні труднощі, які зумовлені складністю виконання гофрованих поверхонь з високою точністю. Тому доцільним є пошук і дослідження опромінювачів, побудованих на основі металодіелектричних структур, в яких може бути використана технологія металізації поверхні діелектрика. До таких структур належить кільцестержнева антена (КСА), яка являє собою діелектричний стержень із розташованими на ньому тонкими металевими кільцями. У [2] в наближенні періодичної структури створено математичну модель КСА та проведено числові дослідження її дисперсійних характеристик та характеристик випромінювання.

Нижче наведені результати числового дослідження характеристик випромінювання КСА в залежності від її довжини та комбінованих антен типів «кільцестержнева структура в круглому хвилеводі» та «кільцестержнева структура в рупорі». Основну увагу зосереджено на характеристиках кросполяризованого та бічного випромінювань.

#### Результати дослідження

Загальний вигляд досліджуваної КСА, що збуджується круглим хвилеводом, показано на рис.1.

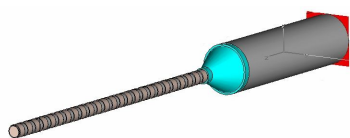


Рис. 1. Кільцестержнева антена

Числові дослідження виконанні за допомогою програмного продукту CST Microwave Studio, який реалізує метод скінченних різниць у часі і просторі. Матеріалом для діелектричного стержня служить фторопласт (діелектрична проникність  $\epsilon = 2,08$ ). Елемент узгодження КСА з круглим хвилеводом виконано з пінополістиролу ( $\epsilon = 1,2$ ). Розміщення порту (рис.1), яким збуджується електромагнітне поле в структурі, підібрано експериментально.

Розраховані діаграми спрямованості на основній та крос- поляризації КСА на трьох фіксованих частотах для трьох різних довжин наведено на рис.2.

На рис. 3 подані графіки частотних залежностей максимального рівня КПВ для трьох зазначених довжин КСА в діапазоні частот 5.0 – 7.0 ГГц.

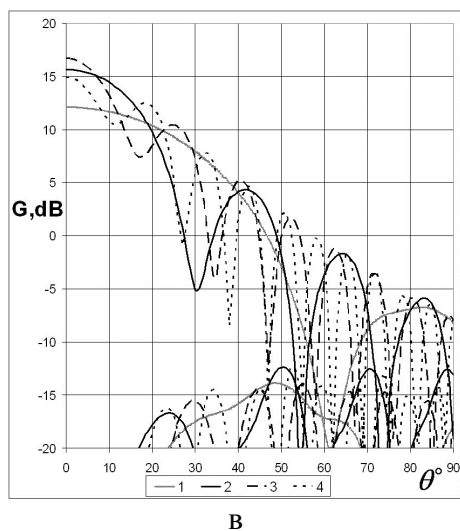
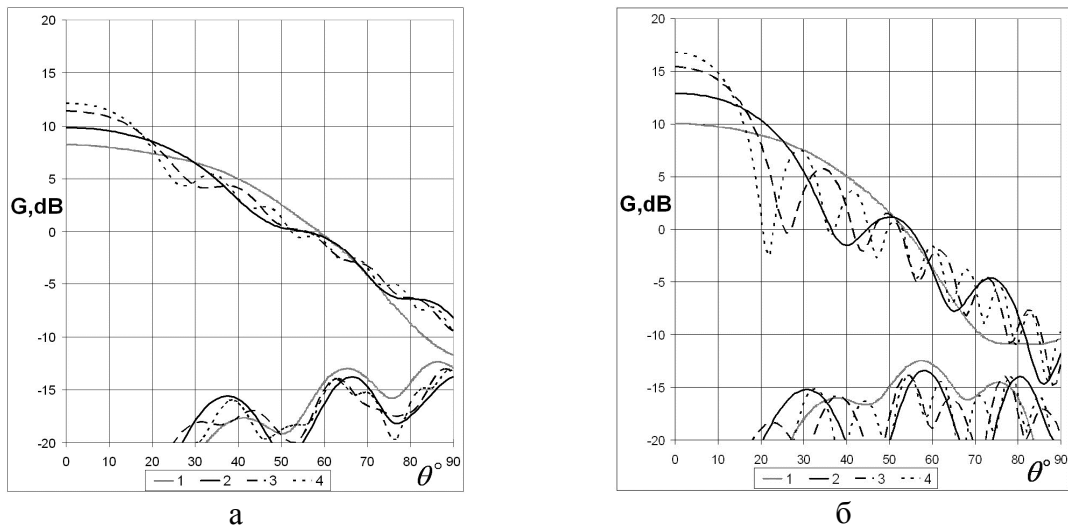


Рис. 2.  
Діаграми спрямованості КСА  
на основній та крос- поляризації  
на частотах:  
а) 5 ГГц, б) 6 ГГц, в) 7 ГГц  
при довжинах:  
1)  $L = \lambda_0$ , 2)  $L = 3\lambda_0$ , 3)  $L = 6\lambda_0$ , 4)  $L = 9\lambda_0$

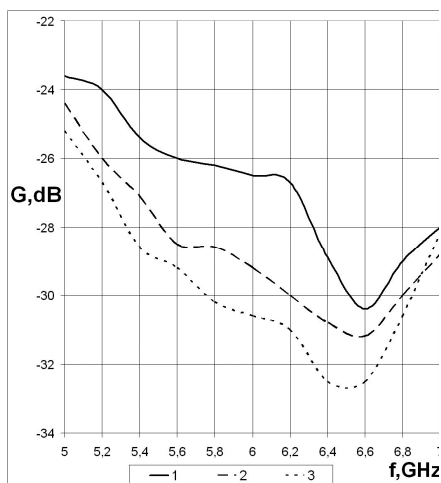


Рис. 3.  
Частотні залежності максимального  
рівня КПВ КСА довжиною:  
1)  $L = 3\lambda_0$ , 2)  $L = 6\lambda_0$ , 3)  $L = 9\lambda_0$ .

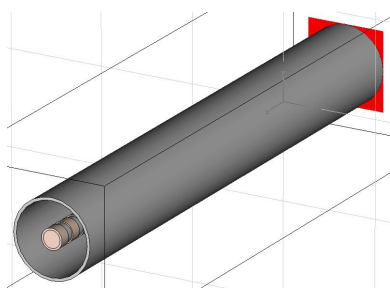
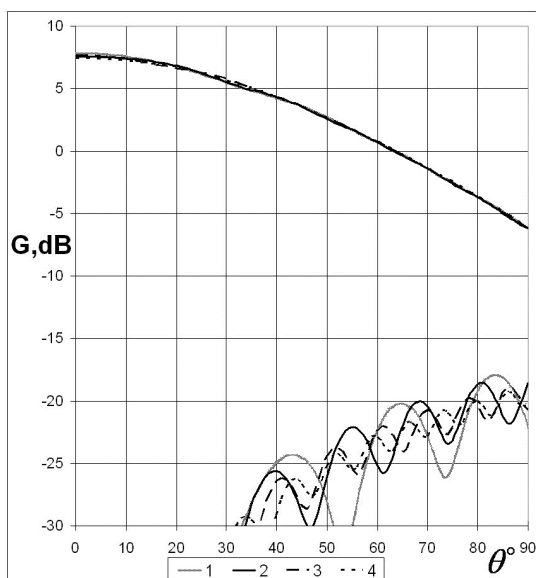


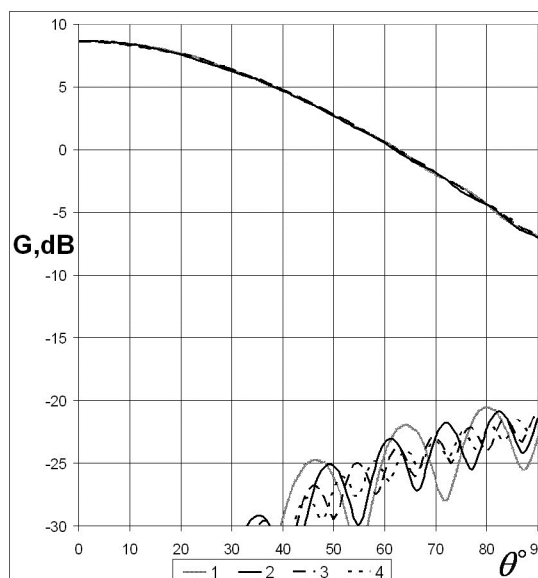
Рис. 4. Кільцестержнева структура в круглому хвилеводі

Рис. 2 – 3. свідчать про те, що КСА має загалом низький рівень КПВ. При збільшенні довжини антени рівень КПВ знижується, але при цьому підвищується рівень бічних пелюсток, особливо при довжинах  $L > 6\lambda_0$ .

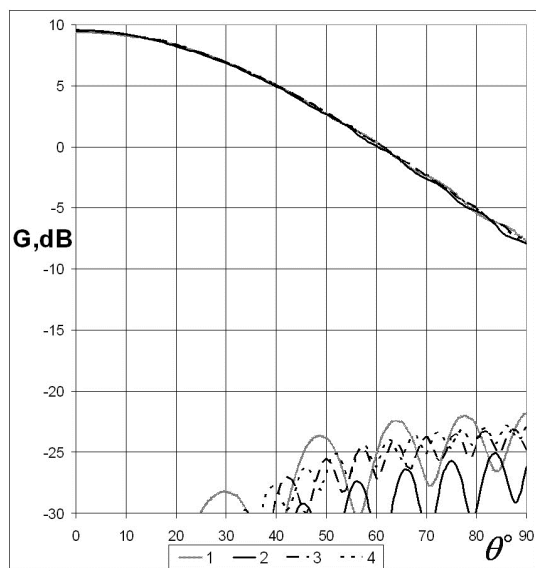
З метою зменшення рівня бічного випромінювання кільцестержнева структура була співвісно розміщена в круглому хвилеводі (рис.4). Характеристики випромінювання такої комбінованої антени представлені на рис.5.



а



б



в

Рис. 5.  
Діаграми спрямованості комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в круглому хвилеводі» на основній та крос-поляризації на частотах:  
а - 5 ГГц, б - 6 ГГц, в - 7 ГГц  
при довжинах:  
1 -  $L = \lambda_0$ , 2 -  $L = 3\lambda_0$ , 3 -  $L = 6\lambda_0$ , 4 -  $L = 9\lambda_0$

Як видно з рис.5, співвісне розміщення кільцестержневої структури в круглому хвилеводі призводить до кардинального зменшення рівня бічних пелюсток та деякого зменшення рівня КПВ. Але при цьому значно зменшується коефіцієнт підсилення.

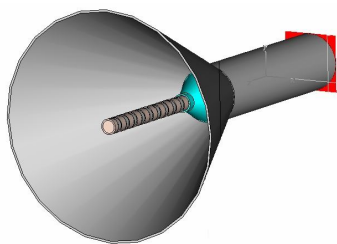


Рис. 6. Кільцестержнева структура в рупорі

Для підвищення коефіцієнта підсилення і збереження низького рівня бічного випромінювання запропоновано розмістити КСА співвісно в рупорі. Конструкція такої комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в рупорі» показана на рис. 6. Геометрію рупора (діаметр апертури 160 мм, довжина  $L = 3\lambda_0$ ) вибрано з міркувань отримання потрібних характеристик випромінювання.

На рис.7 наведено діаграми спрямованості на основній та крос-поляризації комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в рупорі» на трьох частотах. Видно, що з підвищенням частоти максимальний рівень КПВ зменшується.

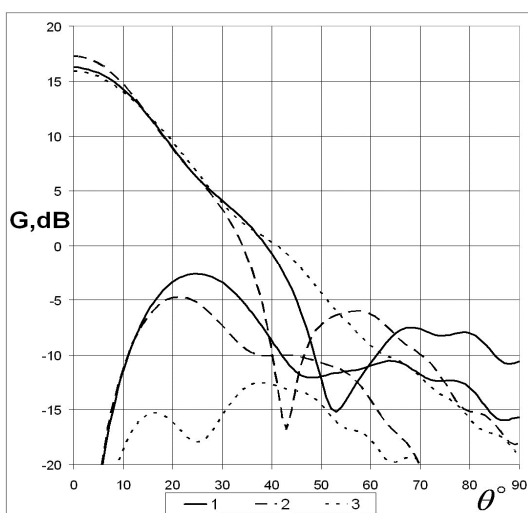
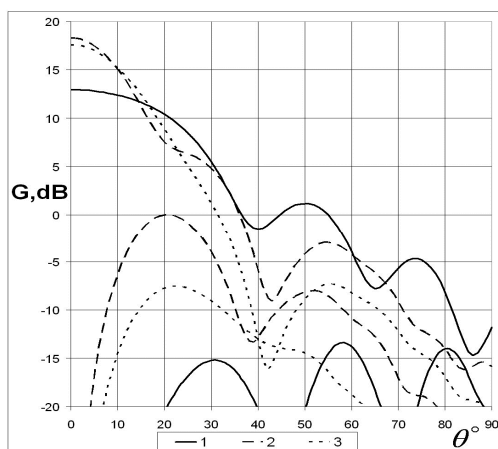
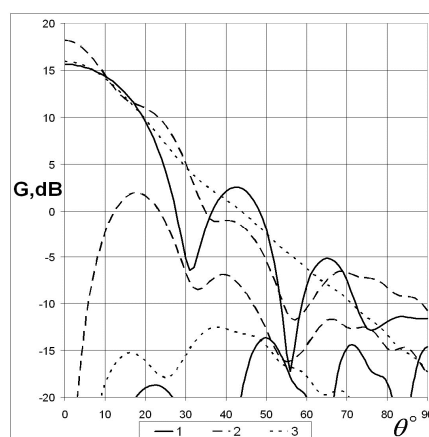


Рис. 7.  
Діаграми спрямованості на основній та крос-поляризації для комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в рупорі» довжиною  $L = 3\lambda_0$  на частотах:  
1 -  $f = 5$  ГГц;  
2 -  $f = 6$  ГГц;  
3 -  $f = 7$  ГГц.



а



б

Рис. 8. Діаграми спрямованості на основній та крос-поляризації на частотах: а -  $f = 6$  ГГц, б -  $f = 7$  ГГц при  $L = 3\lambda_0$  для: 1 - КСА; 2 - рупор; 3 - комбінована антена

На рис.8 порівнюються діаграми спрямованості на основній та крос-поляризації КСА, конічного рупора та комбінованої антени, складеної із зазначених двох антен. Видно, що мінімальний рівень КПВ має КСА, а максимальний – гладкостінний конічний рупор. Комбінована антена типу «кільцестержнева структура в рупорі» лише незначно поступається КСА за рівнем КПВ, зате має значно нижчі рівні бічних пелюсток і більший коефіцієнт підсилення, ніж відкрита КСА.

### **Висновки**

В результаті виконаного числового дослідження характеристик випромінювання КСА в залежності від її довжини, комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в круглому хвилеводі» та комбінованої антени типу «кільцестержнева структура в рупорі» встановлено: із збільшенням довжини КСА зменшується рівень КПВ, але збільшується рівень бічних пелюсток; співвісне розташування кільцестержневої структури в хвилеводі дозволяє отримати низький рівень КПВ і значно зменшити рівень бічних пелюсток, але при цьому значно зменшується коефіцієнт підсилення; при співвісному розташуванні кільцестержневої структури в рупорі рівень КПВ дещо підвищується, але при цьому суттєво знижується рівень бічних пелюсток і збільшується коефіцієнт підсилення.

### **Література**

1. Clarricoats P.J.B., Olver A.D.. Corrugated horns for microwave antennas. London, Peter Peregrinus Ltd., 1984, 231 p.
2. Дубровка Ф.Ф. Пантов В.С. Излучение электромагнитных волн цилиндрическими кольцевыми антеннами // Радиоэлектроника. – 1991. - №5. – с.44 – 49. (Изв. вузов).

*Дубровка Ф.Ф. Баньковський В.Л. Характеристики випромінювання антени типу «кільцестержнева структура в рупорі». Представлено результати числових досліджень характеристик випромінювання кільцестержневої антени в залежності від її довжини та комбінованих антен типів «кільцестержнева структура в круглому хвилеводі» та «кільцестержнева структура в рупорі».*

**Ключові слова:** кільцестержнева антена, рівень кросполяризації.

*Дубровка Ф.Ф. Баньковский В.Л. Характеристики излучения антенны типа «кольцестержневая структура в рупоре». Представлены результаты численных исследований характеристик излучения кольцестержневой антенны в зависимости от её длины и комбинированных антенн типов «кольцестержневая структура в круглом волноводі» и «кольцестержневая структура в рупоре».*

**Ключевые слова:** кольцестержневая антенна, уровень кроссполяризации.

*Dubrovka F. F., Bankowsky V. L. Radiation characteristics of novel “ring-in-cone” antenna. Results of numerical investigations of radiation characteristics of the finite “ring-on-rod” antenna and a novel combined “ring-in-waveguide” and “ring-in-cone” antenna are presented.*

**Keywords:** “ring-on-rod” antenna, crosspolar radiation.