

УДК 681.51, 621.3.07

Сергій Дуда, Григорій Химич, Юрій Умзар, к.т.н., доц., Олег Байдак
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПОЛЯРИЗАТОР ДЛЯ КА – ДІАПАЗОНУ

Анотація. У статті розглянуті проблеми вибору одного із елементів антенно – хвильового тракту, поляризатору, антенної системи, яка використовується у телекомунікаційних мережах для організації передачі інформації. Проведений аналіз варіантів конструювання та дослідження технічних характеристик поляризаторів на основі хвильовідів круглого перетину для роботи в Ка-діапазоні. Опрацьовано кілька основних варіантів існуючих рішень з конструктивно-технологічної точки зору, покращення технологічності та радіотехнічних характеристик (динамічні втрати, коефіцієнт стоячої хвилі, коефіцієнт еліптичності, шумова температура).

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, поляризатор, коефіцієнт еліптичності, хвильовід круглого перетину.

Sergey Duda, Hryhorij Khymych, Jurij Umzar , PhD, associate professor, Oleg Baydak

POLARIZER FOR KA – RANGE

Summary. The problems of polarizer's construction over the basis of the circular waveguide for a work in Ka – range are highlighted in the article and improve compliance with specifications (dynamic loss, standing wave ratio, noise temperature).

Keywords: telecommunications network, polarizer, elliptical ratio, circular waveguide

Одним із варіантів збільшення об'ємів інформації, що передається без розширення частотного спектру є передача сигналів одночасно у двох площинах поляризації. Крім цього, суттєво розширюється частотний спектр при організації зв'язку на вищих надвисокочастотних (НВЧ) діапазонах, особливо у Ка – діапазоні. Враховуючи ці чинники, в антенно-фідерних трактах (АФТ) антенних систем (АС) радіорелейного та супутникового зв'язку для поляризаційної передачі та оброблення сигналів широко застосовуються хвильовідні поляризатори круглого перетину.

Як відомо, такі хвильовідні пристрої конструктивно є відрізком круглого перетину, в якому під кутом 45 градусів до площини поляризації падаючої хвилі, розташовані певні поздовжні неоднорідності, які створюють фазовий зсув між складовими електричного поля. У загальному випадку, значення фазового зсуву в поляризаторах визначається наступним чином

$$\Theta = (\beta_1 - \beta_2)l \quad (1)$$

де, $\beta_{1,2}$ - фазові постійні складових вектора Е,

l- довжина фазозсувної секції.

У залежності від типу і призначення АС, фазовий зсув між складовими має набувати значення 90 кут. градусів (кругова поляризація), чи 180 кут. градусів (лінійна поляризація).

Основна задача, яка вирішується при проектуванні подібних пристроїв, зводиться до компенсації дисперсії фазового зсуву в заданій смузі робочих частот, що впливає з заданих значень коефіцієнта еліптичності, чи крос-поляризаційної розв'язки АС.

На даний момент в антенно - фідерних трактах (АФТ), найширше застосування знайшли конструкції поляризаторів метало – стрижневого, діелектричного і метало - діелектричного типів, рис. 1а,б,с.

Джон Пуле описав методику розрахунку поляризатора з фіксованою смугою частот для кругової поляризації.[1] Прототип конструкції поляризатора показаний на рис. 1. У конструкції використовувались тільки фазозсувні металеві паралельні вставки.

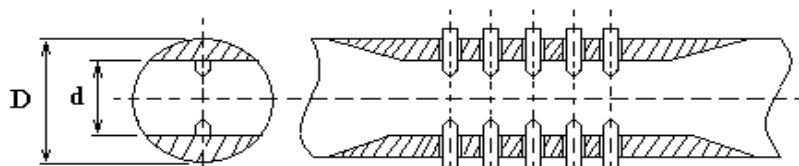


Рис. 1а. Поляризатор метало – стрижневого типу
Figure 1a. Polarizer metal - rod type

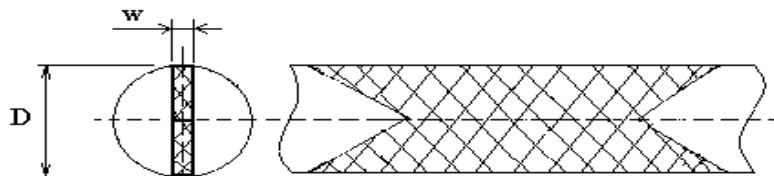


Рис. 1b. Поляризатор діелектричного типу
Figure 1b. Polarizer dielectric type

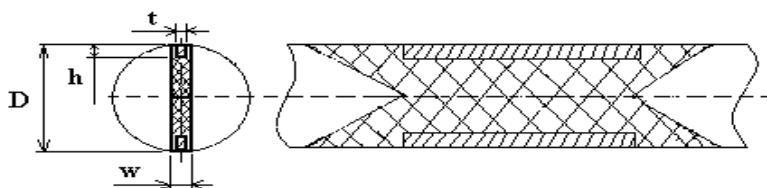


Рис. 1. Поляризатор метало – діелектричного типу

Принципи побудови і розрахунку конструктивних розмірів фазозсувних секцій наведених типів поляризаторів, описані теоретично, спроектовані та перевірені на реальних пристроях, які знайшли застосування у різних робочих діапазонах, на частотах від 3 ГГц до 30 ГГц для традиційних мереж зв'язку на основі супутникових та радіорелейних систем.

При конструюванні пристроїв, які призначені для роботи в робочих діапазонах (20/30 ГГц), виникають певні складнощі, пов'язані з наступними чинниками:

- зростають вимоги до необхідної геометричної точності виготовлення елементів;
- зменшуються геометричні розміри самих елементів;
- зростає вплив неоднорідності на радіотехнічні характеристики пристроїв.

Попередній розрахунок основних конструктивних розмірів фазозсувних секцій дає наступні результати:

- внутрішній діаметр хвильоводів рівний $D=22$ мм;
- оптимальне співвідношення між фазовим зсувом, що створюється звуженою частиною хвильоводу, показаного на рис. 1а, і стрижневою структурою, визначене як:

$$\left(\frac{D-d}{2}\right)/R \times 0,095 \quad (2)$$

де R – радіус хвильоводу, який визначає розмір d рівним приблизно 20 мм.

- товщину діелектричної пластини, яка показана на рис. 1b, обираємо за умови виконання співвідношення $w < 2R$, що демонструє наближення до нуля коефіцієнтів взаємного зв'язку між найближчими до основного типами хвиль H_{mn}, E_{mn} .

- умови визначення товщини діелектричної пластини, є вірними і для конструкції поляризатора наведеної на рис. 1c. Очевидно, що при $w < 2$ мм, товщина металеві пластини не повинна перевищувати одного міліметра.

Аналіз отриманих результатів засвідчує, що застосування конструкцій поляризаторів метало - стрижневого і метало - діелектричного типів, у заданому частотному діапазоні, є досить проблематичним. З метою усунення вищенаведених технологічних складностей та покращення радіотехнічних характеристик приладу, пропонується модифікований варіант поляризатора діелектричного типу, рис. 2.

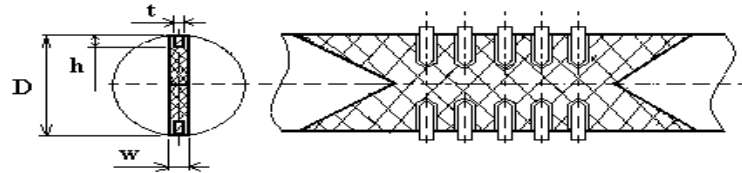


Рис. 2. Поляризатор діелектрично – стрижневого типу
Figure 2. Polarizer dielectric - rod type

Таке конструктивне рішення дозволяє забезпечити надійну механічну фіксацію пластини у хвилеводі і не потребує значної технологічної підготовки при виготовленні.



Рис. 3. Дослідний зріз поляризатора

Принцип побудови фазозсувної секції у розробленій конструкції, полягає у поєднанні фазового зсуву, що створюється діелектричною пластинною і рядом регульованих стрижнів. На підставі отриманих результатів виготовлений зріз поляризатора, рис.3.

Кінцева довжина поляризаційної пластини була визначена, як сума довжин її регулярної частини і одного плавного переходу.

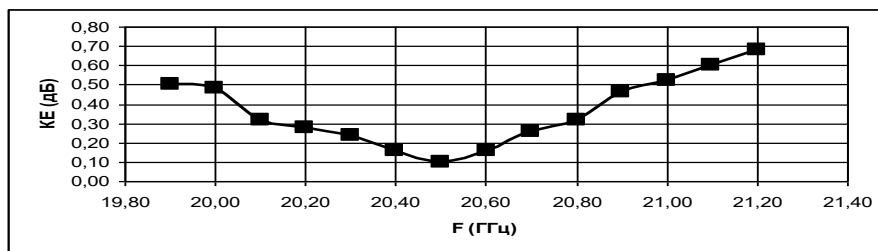


Рис. 4. Результати вимірювання коефіцієнту еліптичності поляризатора

На рис. 4 показані результати вимірювання коефіцієнту еліптичності, а на рис. 5 результати вимірювання коефіцієнту стоячої хвилі за напругою (КСХн) дослідного зрізця поляризатора.

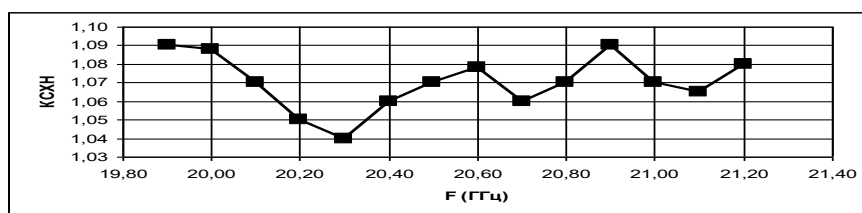


Рис. 5. Результати вимірювання КСХн поляризатора

Експериментально виміряні, досліджені та отримані характеристики підтверджують можливість застосування запропонованої конструкції для побудови високотехнологічних поляризаторів Ka – діапазону.

Література

1. John R.Pyle. Circular Polarizers of fixed bandwidth/John R.Pyle. IEEE Transactions on microwave theory and technsques - 1964.