

ПОЛЯРИЗАТОРИ НА ОСНОВІ КВАДРАТНИХ ХВИЛЕВОДІВ ІЗ ДІАФРАГМАМИ

Биковський О. В.

(Науковий керівник Пільтяй С. І., к.т.н., доцент)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

Радіотехнічний факультет

Поляризатор — це мікрохвильовий пристрій, який виконує перетворення електромагнітних хвиль із ортогональними коловими поляризаціями у хвилі з ортогональними лінійними поляризаціями та навпаки [1]–[3]. Таке перетворення відбувається шляхом внесення диференційного фазового зсуву, близького до 90° , між модами хвильоводу з ортогональними поляризаціями. Поляризатор може бути розроблений і виготовлений на основі круглого, коаксіального або квадратного хвильоводів. Основною перевагою поляризатора із діафрагмами над поляризаторами інших видів є можливість забезпечення найбільш широкосмугового режиму роботи із хорошими електромагнітними характеристиками, які можна поліпшувати за рахунок збільшення кількості використаних у структурі діафрагм. Недоліком є зростання довжини поляризатора, яке виникає у цьому випадку. Також поляризатори на основі діафрагм у хвильоводах є технологічними пристроями, оскільки вони можуть бути відносно просто виготовлені за допомогою високоточного фрезування двох однакових симетричних металевих деталей. Внутрішня структура типової конструкції поляризатора на основі квадратного хвильоводу з діафрагмами представлена на рис. 1.

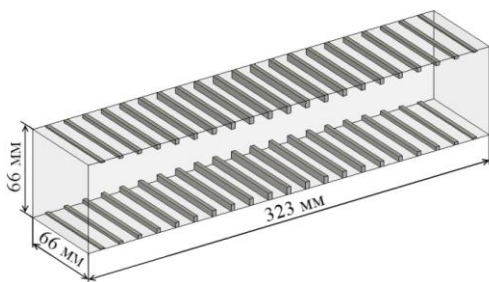


Рис. 1. Структура поляризатора на основі квадратного хвильоводу з діафрагмами

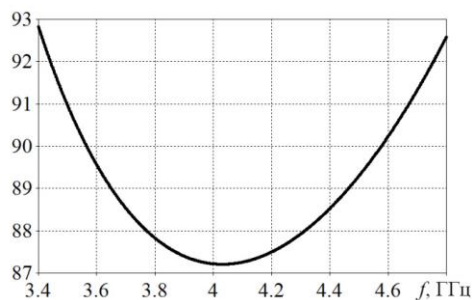


Рис. 2. Диференційний фазовий зсув поляризатора для діапазону 3,4–4,8 ГГц

У розробленому в [1] поляризаторі за допомогою оптимізації конструкції було отримано диференційний зсув фаз між модами TE_{10} та TE_{01} $90^\circ \pm 3^\circ$ у межах розширеного С-діапазону частот 3,4–4,8 ГГц. Відповідна кросполяризаційна розв'язка є вищою 30 дБ. Отриманий після оптимізації диференційний фазовий зсув показано на рис. 2.

Метод забезпечення потрібного диференційного фазового зсуву виключно за допомогою оптимізації розмірів діафрагм [2] має таку ж гнучкість розробки,

як і комбінований метод зі зміною поперечних розмірів хвильоводу [3]. Проте при комбінованому методі можна отримати менше відхилення диференційного фазового зсуву від 90° при однакових поздовжніх розмірах або меншу довжину поляризатора при тому ж диференційному фазовому зсуві. Частину фазового зсуву вносять секції хвильоводу зі зміненими поперечними розмірами, тому необхідна кількість діафрагм у структурі поляризатора може бути зменшена.

На рис. 3 показано отримані в [2] вимірний (суцільна лінія) та розрахований (пунктирна крива) диференціальний фазовий зсув розробленого авторами поляризатора. Максимальне відхилення диференційного фазового зсуву від розрахованого становить $0,3^\circ$ і виникає на верхній частоті робочого діапазону 5,7–7,7 ГГц. Кросполяризаційну розв'язку представлено на рис. 4. Результати її вимірювання за допомогою методу, запропонованого в [4], показано колами.

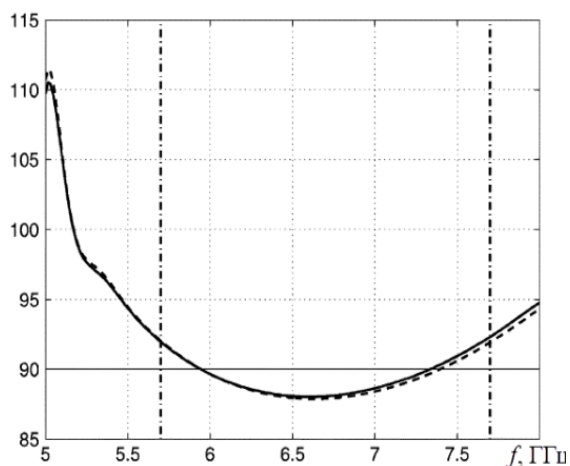


Рис. 3. Диференціальний фазовий зсув поляризатора комбінованого типу

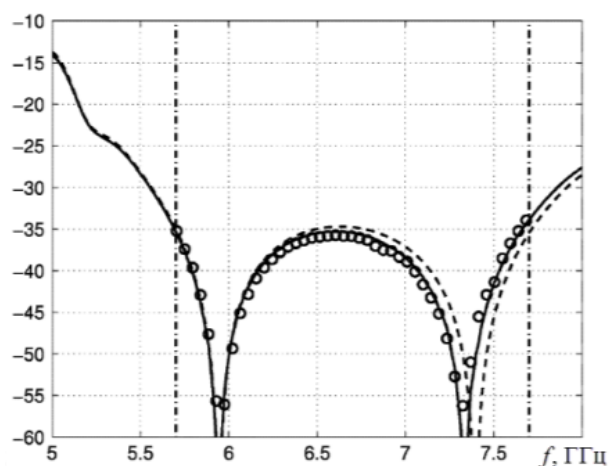


Рис. 4. Кросполяризаційна розв'язка поляризатора для діапазону 5,7–7,7 ГГц

Отже, поляризатори на основі квадратних хвильоводів із діафрагмами забезпечують якісні електромагнітні характеристики у широких робочих діапазонах частот і можуть бути виготовлені за допомогою високоточного фрезування. Отже, вони є найефективнішими для застосування в сучасних супутникових інформаційних системах різного призначення.

Література

1. Piltyay S. I. High performance extended C-band 3.4–4.8 GHz dual circular polarization feed system / S. I. Piltyay // Int. Conf. on Antenna Theory and Techniques, pp. 284–287, May 2017.
2. Virone G. Optimum-iris-set concept for waveguide polarizers / G. Virone, R. Tascone, O. A. Peverini, R. Orta // IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., 2007. – Vol. 17, No. 3, pp. 202–204.
3. Virone G. Combined-phase-shift waveguide polarizer / G. Virone, R. Tascone, A. Peverini, etc // IEEE Microwave and Wireless Compon. Letters. – 2008. – Vol. 18, No. 8. – pp. 509–511.
4. Peverini O. A. A microwave measurement procedure for a full characterization of ortho-mode transducers / O. A. Peverini, R. Tascone, A. Olivieri, etc. // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 2003. – Vol. 51, No. 4. – pp. 1207–1213.
5. Пільтай С.І. Інтегрований хвильовідний фазозсувач на основі індуктивних штирів / С.І. Пільтай, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукр. наук.-метод. конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: СДУ, 2020. — С.82–83.