

*Антипенко Р.В., Кирпатенко І.М., Литвиненко О.О., Руденко Н.М., Фесіч В.П.*

*Наведені результати розробки спрямованих відгалужувачів, що одночасно виконують функції з'єднання окремих вузлів НВЧ апаратури*

Відгалуження частини потужності НВЧ сигналу з тракту його передачі (з метою паралельної обробки, здійснення контролю, тощо) є однією з найпоширеніших задач, серед тих, які потребують вирішення в процесі проектування радіоелектронних засобів (РЕЗ). Ця задача, за звичай, вирішується за допомогою спрямованих відгалужувачів (СВ). При вирішенні цієї задачі базовим аргументом часто-густо виступає вартість.

Нами розроблена конструкція СВ на жорстких коаксialьних лініях передачі (КЛ), що випускаються серійно [1] і, за звичай, використовуються для взаємного з'єднання окремих вузлів, що входять до складу РЕЗ. Конструктивно розроблені СВ інтегровані в КЛ, не потребують додаткових елементів для включення в НВЧ тракт, відрізняються конструктивною простотою, стабільністю параметрів до впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів (температура, вологість, вібрація т.ін.) та, в більшості випадків, забезпечують мінімальну вартість. За своїми споживчими властивостями розроблені спрямовані відгалужувачі доречно називати спрямованими відгалужувачами-з'єднувачами (ВЗ). В якості базової використана КЛ РК50-2-25, поперечний переріз якої показано на рис. 1. Внутрішній і зовнішній провідники КЛ виконані з міді, а діелектричне заповнення з "суцільного" фторопласта.

Така КЛ згідно технічних умов може вигинатися з мінімальним радіусом 5 мм. Для реалізації ВЗ два відрізки КЛ вигинаються за формою (два можливі варіанти форми вигину наведені на рис. 2), обробляються в області вигину (по-

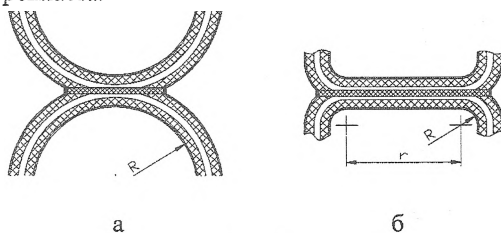


Рис. 1.

Рис. 2.

перечний переріз ВЗ в місці обробки показано на рис. 3) і з'єднуються один з одним, наприклад, пайкою (при необхідності в області вигину можна встановити додаткову діелектричну прокладку). При цьому оброблена область вигину і є областю зв'язування КЛ, тобто, по суті, і утворює СВ.

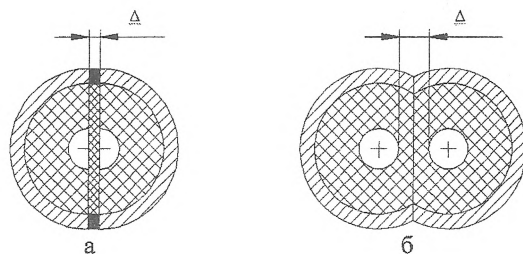


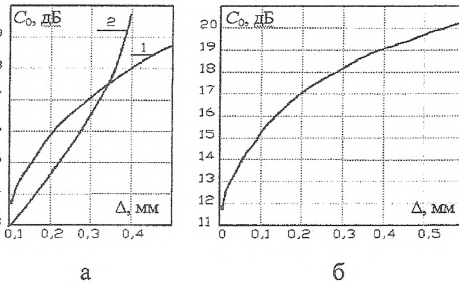
Рис. 3. Поперечний переріз спрямованих ВЗ;  
а – напівкруглі провідники (з діелектричною вставкою);  
б – круглі провідники (діелектрична вставка відсутня)

Відомо [2], що основними етапами проектування СВ є вибір конфігурації й розрахунок геометричних розмірів області зв'язування ліній передачі. Розроблена технологія виготовлення ВЗ з урахуванням конструктивних особливостей КЛ дозволили сформулювати базові положення відносно вибору конфігурації вказаної області: 1) область рис. 3а, краща при проектуванні ВЗ з перехідним ослабленням  $C_0$  від 3 до 10 дБ, тоді як область рис. 3б, може використовуватись за умови, що  $C_0 \geq 10$  дБ; 2) якщо вигин КЛ відповідає рис. 2а, технологічно утруднено реалізувати ВЗ, середня частота робочого діапазону частот  $F_0$  якого менше 6 ГГц; 3) якщо вигин КЛ відповідає рис. 2б, технологічно просто реалізувати ВЗ при  $F_0$ , починаючи з 3 ГГц, верхнє значення  $F_0$  при цьому обмежується "істотним" переходом конструкції, показаної на рис. 2 б, в конструкцію, представлену на рис. 2а (при  $r=0$ ).

Проведені дослідження дозволили запропонувати графоаналітичну методику проектування ВЗ, яка може з успіхом використовуватись, якщо в процесі проектування обмежуватись такими параметрами, як  $C_0$  та діапазон робочих частот, оставляючи поза увагою інші (залежні від названих) параметри - коефіцієнт стоячої хвилі (КСХН), розв'язка. Послідовність проектування ВЗ можна надати як: 1) вибрати конфігурацію поперечного перерізу ВЗ в області зв'язування й конфігурацію вигину КЛ, спираючись на наведені вище положення та досягнутий (в конкретних умовах) рівень технології виготовлення ВЗ; 2) виходячи з заданого робочого діапазону частот і вибраної в п.1 конфігурації, розрахувати довжину  $l$  області зв'язування; при цьому: а) якщо поперечний переріз області зв'язування відповідає рис. 3 а, то при вигинах КЛ відповідно до рис. 2а -  $l = 1,65\sqrt{R+1,52}$ , а при вигинах КЛ відповідно рис. 2б -  $l = r + 1,65\sqrt{R+1,52}$ ; б) якщо поперечний переріз області зв'язування відповідає рис. 3б, то при фіксованому значенні  $R=5$  мм можна до  $C_0 \approx 20$  дБ прийняти  $l \approx r$ ; 3) по заданому перехідному ослабленню  $C_0$  розрахувати зазор  $\Delta$  між провідниками в області

зв'язування, використовуючи графіки відповідної залежності (див. рис. 4). Згідно наведеної методики спроектовані та виготовлені ВЗ з різними параметрами (див. табл. 1).

Рис. 4. Залежності  $C_0$  від величини зазору між центральними провідниками КЛ для ВЗ: а – з напівкруглими центральними провідниками в області зв'язування (використовується в діапазоні більше (1) і менше (2) 6 ГГц); б – з круглими центральними провідниками в області зв'язування



Таблиця 1

Найменування технічних характеристик	Значення технічних характеристик					
Діапазон частот, ГГц	2...4	2...4	3...6	3...6	4...8	9...18
Перехідне ослаблення, дБ	3,5±0,3	10±1	3±0,3	13±1,3	6±1	3,5±0,6
Розв'язка, дБ, не менше	17	22	20	28	16	12
КСХН, не більше	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,7

Надана методика забезпечує задовільну відповідність розрахованих і отриманих за результатами вимірювання параметрів виготовлених ВЗ. З урахуванням позитивного досвіду експлуатації розглянуті ВЗ можна рекомендувати для використання в наведених вище умовах.

**Література**

1. Microwave cables and assemblies. General catalogue//Huber+Suhner AG, Edition 2007, pp. 17-42.
2. Гвоздев В.И., Нефедов Е.И. Объёмные интегральные схемы СВЧ. М.: Наука, 1985. – 256 с.

<b>Ключові слова:</b> спрямований відгалужувач, коаксіальна лінія, коаксіальний відгалужувач, НВЧ-техніка	
Антипенко Р.В., Кирпатенко И., Литвиненко О., Фесич В.П., Руденко Н.Н.	Antipenko R.V., Kirpatenko I., Litvinenko O., Fesich V.P., Rudenko N.N.
<b>Направленные ответвители-соединители</b>	<b>Directed coupler-connector</b>
Приведены результаты разработки направленных ответвителей, которые одновременно выполняют функцию соединения отдельных узлов СВЧ аппаратуры	The results of development directed couplers are given which simultaneously has function of connection of separate units of a UHF apparatus