

УДК 621.372.543.3

Фурманова Н.І.<sup>1</sup>, Худзій Б.С.<sup>2</sup>, Яковенко В.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. БК-513м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ МІКРОСМУЖКОВОГО С-ПОДІБНОГО ФІЛЬТРА**

Мікросмужкові фільтри широко застосовуються у високочастотній техніці для виділення або придушення певних частот. Вони базуються на використанні мікросмужкових ліній передачі, що забезпечує компактність, низькі втрати та можливість інтеграції в друковані плати.

Мікросмужкові фільтри можуть бути легко виготовлені на діелектричній підкладці і забезпечують гнучке проектування схеми.

Традиційна топологія С-подібних мікросмужкових фільтрів – це фільтр другого порядку з асиметричною структурою. Фільтр складається з двох розімкнутих резонаторів у С-подібній конфігурації. Топологія такого фільтра показано на рис. 1. Такі фільтри застосовуються для створення смугових і загорджувальних пристроїв.

Основний елемент фільтра, виконаний з металу (наприклад, міді), який наноситься на діелектричну підкладку. С-подібна форма мікросмужки забезпечує потрібну характеристику фільтрації. Вибір матеріалу підкладки (наприклад, FR4, Rogers) впливає на електричні параметри фільтра, такі як

діелектрична проникність та втрати. Металевий шар на зворотній стороні підкладки забезпечує заземлення а екранування мікросмужкового фільтра.

C-подібний мікросмужковий фільтр діє за принципом резонансу та інтерференції. Мікросмужка формує резонансні контури, які створюють фільтраційний ефект. Низькі та високі частоти сигналу, які не знаходяться у пропусковому діапазоні фільтра, гасяться через створення інтерференційних умов у мікросмужці.

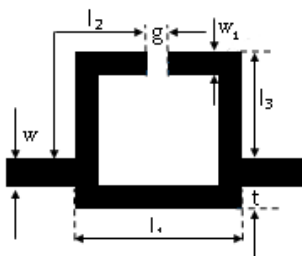


Рисунок 1 – Геометрія C-подібного мікросмужкового фільтра

Частотними характеристиками даного фільтру можна керувати, змінюючи параметри, такі як розмір резонатора, плечей, положення ліній живлення тощо.

В якості критеріїв для оптимізації були обрані такі характеристики:

- розмір резонатора  $g$ ;
- ширина мікросмужки  $w_1$ ;
- положення ліній живлення  $t$ .

В результаті була отримана велика вибірка даних, серед яких було досліджено АЧХ добре узгоджених фільтрів. Результати досліджень наведені на рис.2-4.

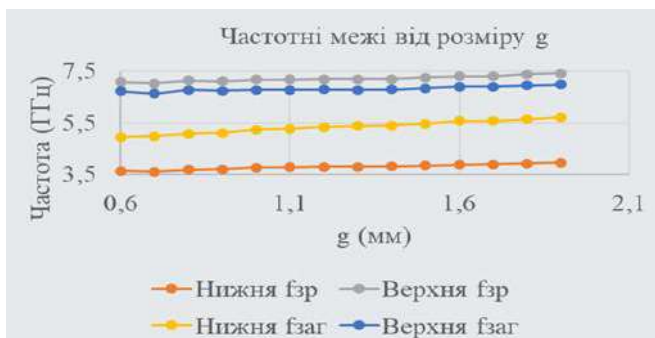


Рисунок 2 – Зміна частотних меж C-подібного мікросмужкового фільтра в залежності від розміру  $g$

Як видно на графіках, по-перше, ширина смуги загородження зменшується зі збільшенням  $g$ , що свідчить про покращення селективності системи. По-друге, межі зрізу й загородження зсуваються вгору, але нижня частота загородження зі більшим темпом. Це свідчить про зменшення крутизни зрізів фільтра.



Рисунок 3 – Зміна частотних меж С-подібного мікросмужкового фільтра в залежності від розміру  $w_1$

При збільшенні ширини мікросмужкової лінії  $w_1$  ширина смуги загородження збільшується, як і крутизна зрізів фільтра.

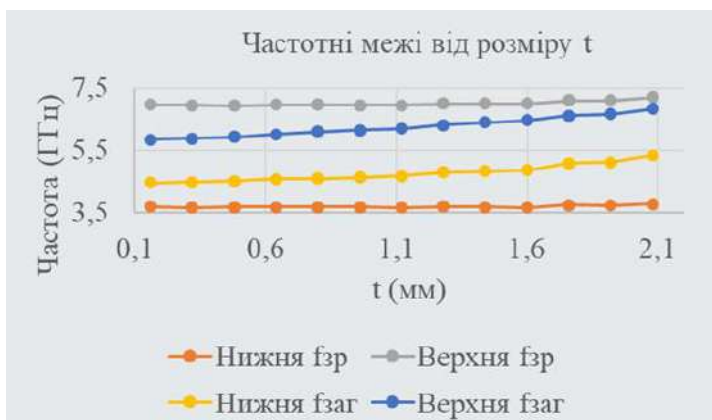


Рисунок 4 – Зміна частотних меж С-подібного мікросмужкового фільтра в залежності від розміру  $t$

В результаті дослідження положення ліній живлення можна зробити наступні висновки. По-перше, ширина СЗ збільшується, але з меншим темпом, ніж зміна ширини мікросмужкової лінії. По-друге, зі збільшенням відстані ліній живлення від нижнього краю топології, то крутизна нижнього зрізу зменшується, а верхнього – збільшується.

На основі дослідження залежності частотних характеристик С-подібного мікросмужкового фільтра від розмірів його ключових параметрів ( $g$ ,  $w_1$ ,  $t$ ) можна зробити наступний висновок. Оптимізація параметрів  $g$ ,  $w_1$  і  $t$  дозволяє регулювати селективність, ширину смуги загородження та крутизну зрізів фільтра, що є важливим для адаптації його характеристик до конкретних технічних вимог.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. A. Boutejdar, S. D. Bennani. Design and fabrication of tri-stopband bandstop filters using cascaded and multi-armed methods. / Advanced Electromagnetics, - 2017. – N 6.3, pp. 18-24.