

КЕРАМІЧНІ СМУГОВІ ФІЛЬТРИ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНИХ РАДІОЧАСТОТНИХ СИСТЕМ

Д.В. Гуровий¹, К.М. Семеряк¹, О.М. Борисенко²

¹ студенти кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, докт. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

oksana.borysenko@khpі.edu.ua

У роботі розглянуто роль і перспективи розвитку керамічних смугових фільтрів у сучасних радіочастотних системах. Обґрунтовано доцільність використання термостабільної кераміки для створення високоселективних, компактних та енергоефективних пристроїв фільтрації сигналів. Проаналізовано основні напрями застосування таких фільтрів у системах зв'язку, радіолокації та електронної боротьби.

Смугові фільтри є одним із базових елементів радіоелектронних систем, призначених для пропускання сигналів у визначеній смузі частот та пригнічення позасмугових складових. Зі зростанням вимог до швидкодії, стабільності та мініатюризації пристроїв, постає потреба у використанні нових матеріалів і технологій виготовлення фільтрів. Одним із найбільш ефективних рішень є застосування керамічних матеріалів, які поєднують високі діелектричні властивості, термостійкість і можливість інтеграції у гібридні мікросхемні структури.

Керамічні смугові фільтри забезпечують стабільні електричні характеристики в широкому діапазоні температур і механічних навантажень. Завдяки високій діелектричній проникності кераміки вдається значно зменшити габарити резонаторів, що є важливою перевагою для мобільних і авіаційних застосувань. Монолітні керамічні структури демонструють низький рівень втрат, добру повторюваність параметрів і високу стійкість до старіння матеріалу.

Такі фільтри активно використовуються у радіолокаційних системах, системах зв'язку, а також у високочастотних блоках керування військових та аерокосмічних платформ (дронів, літаків, ракет, кораблів). Крім того, керамічні фільтри є перспективними для реалізації у сенсорних системах і пристроях зчитування сигналів, де потрібна висока точність і селективність обробки.

Керамічні смугові фільтри залишаються важливим напрямом розвитку сучасної радіоелектроніки. Завдяки поєднанню високих експлуатаційних характеристик, технологічної гнучкості та відносно низької собівартості, вони є оптимальним рішенням для побудови надійних і компактних радіочастотних систем нового покоління. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення складу керамічних матеріалів, зниження втрат і інтеграцію таких фільтрів у багатофункціональні мікрохвильові модулі.

Дослідження здійснювались за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проєкту 2025.06/0063 «Технологія виготовлення термостабільної керамічної основи смугових фільтрів для систем сучасної радіокерованої техніки».