

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЗОНАНСІВ ФЕРИТОВИХ РЕЗОНАТОРІВ

*Вунтесмері В.С., к.т.н. доцент; Репік О.А.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Феритовий резонатор розглядається як феритова кулька радіусу  $R$ , намагнічена до насичення зовнішнім постійним магнітним полем  $H_0$ . За наявності зовнішнього електромагнітного поля, частота якого співпадає з частотою власних коливань спінових магнітних моментів електронів, виникає явище феромагнітного резонансу [1]. Діелектрична проникність матеріалу феритового резонатора має величину  $\varepsilon = (13 \div 16)$ . Якщо геометричні розміри феритового резонатора мають порядок довжини хвилі, поділеній на  $\sqrt{\varepsilon}$ , у феритовому резонаторі виникає спектр діелектричних резонансів [2]. Використовуючи зв'язок між діелектричним і феромагнітним резонансами можна суттєво поліпшити характеристики феритових пристроїв на основі феромагнітного резонансу.

Експериментальне дослідження спектру діелектричних резонансів феритового резонатора при слабких магнітних полях було експериментально проведено в діапазонах частот  $7.8 \div 12.5$  ГГц (см-діапазон) та  $25 \div 38$  ГГц (мм-діапазон) для чотирьох феритових резонаторів, виготовлених з монокристалів залізо-ітрієвих гранатів, з наступними параметрами: діаметри  $D_1 = 8,28$  мм,  $D_2 = 6,59$  мм,  $D_3 = 2,68$  мм,  $D_4 = 3$  мм діелектричної проникності  $\varepsilon = 16$  і намагніченість насичення фериту  $M = 1750$  Гаус. Результати досліджень для см-діапазону приведені у [3]. Функціональна схема дослідження для мм-діапазону приведена на рис. 1.

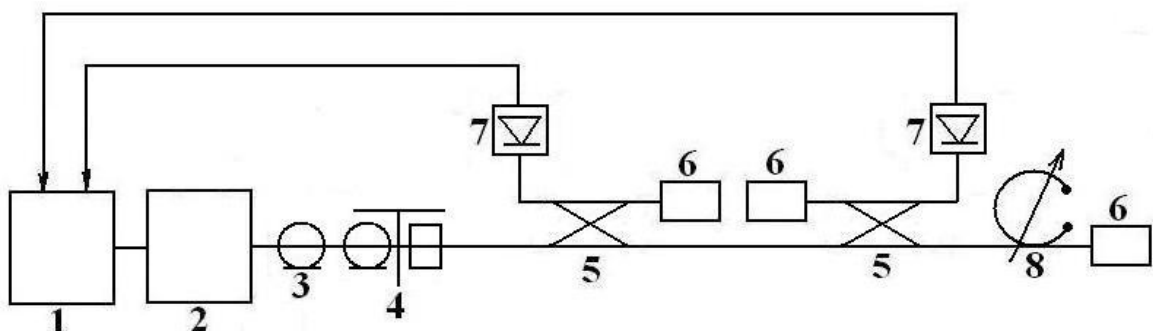


Рис.1. 1- індикатор КСХ та послаблення Я2Р-67; 2 - генератор частоти, що лінійно змінюється в часі від  $f_1 = 25$  ГГц до  $f_1 = 38$  ГГц (1 і 2 разом утворюють панорамний вимірвач КСХ та коефіцієнтів передачі Р2-65); 3 - коаксіальний хвилевід; 4 - хвилеводно-коаксіальний перехід; 5 - спрямований відгалужувач; 6 - поглинаюче кінцеве навантаження; 7 - детекторна камера; 8 - феритовий резонатор

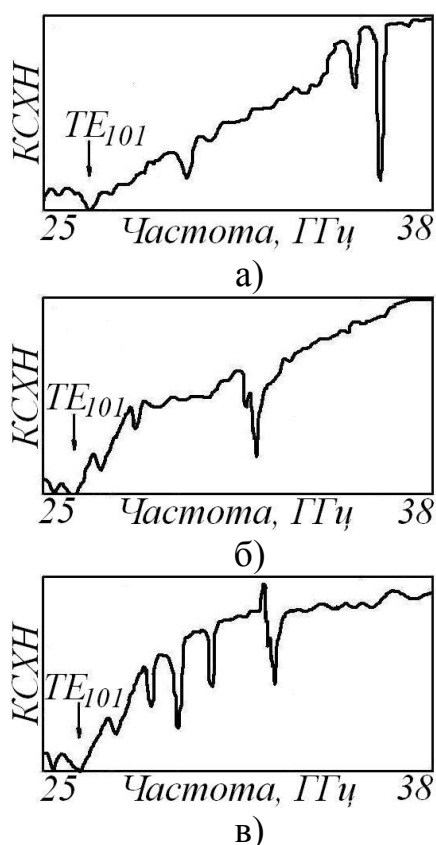


Рис.2

Дослідження для мм-діапазону частот проводиться у випадку, коли сфера  $D_3 = 2,68$  мм знаходиться по осі прямокутного хвильоводу перерізом  $7.2 \times 3.4$  мм<sup>2</sup>, а для сфери  $D_4 = 3$  мм - по осі хвильоводу та при наближенні сфери до бокової стінки хвильоводу на відстань  $a/4$ . Зовнішнє магнітне поле направлене перпендикулярно до широкої стінки хвильоводу ( $B_0 = 0$  Тл). Результати дослідження діелектричного спектру феритового резонатора з діаметром  $D_3 = 2,68$  мм приведені на рис. 2а, для феритового резонатора з діаметром  $D_4 = 3$  мм - рис. 2б та рис. 2в.

Крім основного типу коливань, сильно зв'язаного з хвильоводом, спостерігається ряд високочастотних вищих видів коливань, резонансна частота і добротність яких залежать від індукції зовнішнього магнітного поля.

Результати розрахунку резонансних частот для основного виду діелектричних коливань  $H_{101}$ , проведені на основі праці [2], представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Вид хвилі	X	Резонансна частота, ГГц			
		$D_1 = 8,28$ мм	$D_2 = 6,59$ мм	$D_3 = 2,68$ мм	$D_4 = 3$ мм
$H_{101}$	3	8.654	10.87	26.74	23.89
$H_{401}'$	3.35	9.664	12.14	29.86	26.67
$H_{201}'$	3.4	9.808	12.32	30.3	27.07
$E_{301}'$	3.55	10.24	12.87	31.64	28.26
$E_{101}'$	4	11.54	14.5	35.65	31.85
$E_{101}$	4.2	12.12	15.22	37.43	33.44
$H_{201}$	4.3	12.4	15.59	38.32	34.24

### Література

1. Гуревич А.Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. — М.: Наука. — 1973. — 591 с.
2. Gastine M., Courtois L., Dormann J. Electromagnetic Resonances of Free Dielectric Spheres // IEEE Frans.— 1967.— МТТ-15.— №12.— Р.694-700.
3. Бурим О.А. Дослідження діелектричних резонансів феритових резонаторів // Матеріали V науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Радіоелектроніка в ХХІ столітті». — 2011. — С.36—38.