

АНАЛІЗ РІЗНИХ АСПЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗОНАТОРНИХ ЗОНДІВ В НВЧ ДІАГНОСТИЦІ

Шум А. В., Щербань І. М.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Гордієнко Ю.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: ihor.shcherban@nure.ua

The report discusses the main methods of increasing the measurement sensitivity of objects with low dielectric losses when using aperture resonator probes with a retractable tip. In particular, it was shown that with this approach the tip can be immersed in the object or only close to its surface. It is shown that the sensitivity of the sensor in the studied modes will be very different. Quantitative data are presented that make it possible to assess the applicability of the considered aspects of the interaction of the resonator sensor with an object from the standpoint of increasing the measurement sensitivity.

Виходячи із сучасних вимог універсалізації засобів діагностики необхідна розробка універсальних сенсорів, здатних здійснювати контроль електрофізичних параметрів широкого спектру досліджуваних об'єктів. Одним з таких рішень може бути зміна робочої частоти резонатора [1]. Але, підвищувати частоту роботи коаксіального резонансного датчика на порядок або вище не завжди доцільно, через можливе виникнення вищих типів коливань. Альтернативним методом зміни чутливості сенсора на основі коаксіального резонатора зонда (РЗ) може бути зміна коефіцієнта включення зразка в електромагнітне поле резонатора [2] шляхом переміщення центрального зондоутворюючого провідника, відносно торця апертури такого датчика.

У даній роботі представлені результати дослідження основних режимів роботи РЗ з вістрям, яке може зміщуватись відносно площини апертури, з метою досягнення максимальної чутливості вимірювання об'єктів з низькими діелектричними параметрами.

Схематичне зображення апертурного вузла такого зонда з можливими режимами роботи показано на рис. 1.

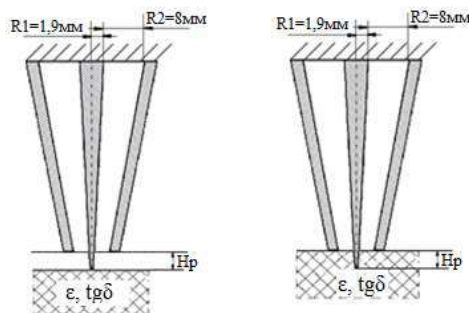


Рис. 1 – Схематичне зображення апертурного вузла РЗ з рухомих вістрям

Очевидно, що підвищення чутливості РЗ, зображеного на рис.1, відбувається при висуванні вістря за площину апертури. Однак, при цьому можливі два варіанти розташування об'єкта відносно вістря зонда. Вістря може як занурюватися в товщу об'єкта, так і бути висунутим до нього. Висування вістря до поверхні об'єкту, в якості прийому підвищення чутливості РЗ вже обговорювалося в роботі [3]. Однак, зміна енергетики поля при такому підході не досліджувалась. Результати чисельного дослідження зміни енергетики поля при висуванні вістря представлені на рис. 2, де H_p – величина зміщення вістря відносно перетину апертури зонда.

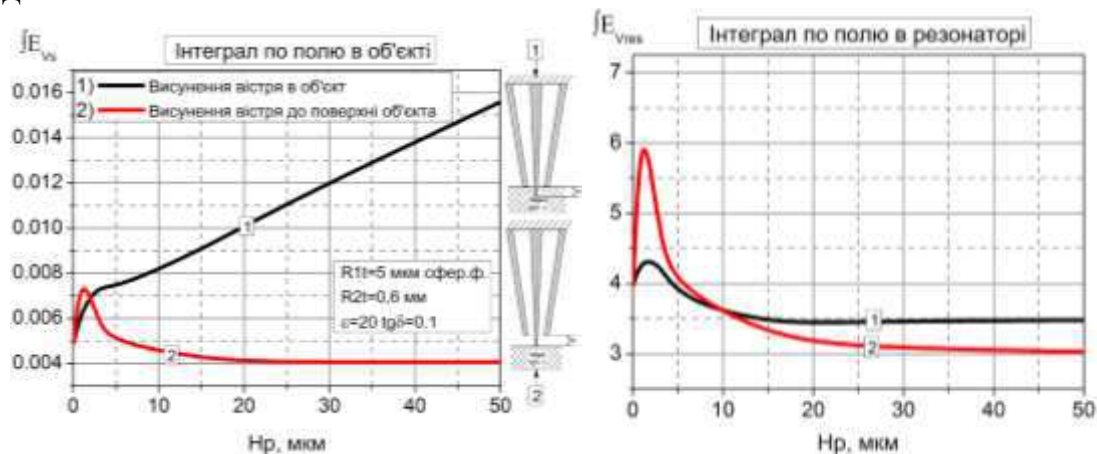


Рис. 2 – Зміна енергетики поля при двох варіантах висування вістря

Із представлених залежностей чітко видно, що висування вістря до поверхні об'єкта є ефективним лише на величину не більше половини радіуса вістря. При висуванні вістря в об'єкт залежність інтеграла, взятого по полю в об'єкті, від величини H_p носить практично лінійний характер.

Таким чином, із представлених результатів випливає, що для значного підвищення чутливості резонаторних зондів з коаксіальною апертурою при вимірюванні електрофізичних параметрів об'єктів рідкої або сипучої консистенції найбільш ефективним є висування вістря в об'єм досліджуваного зразка.

Список літератури:

1. Бойко В.В. Радиофизические основы и опыт применения СВЧ электромагнитных полей в хирургии / В.В. Бойко, В.К. Иванов, А.О. Силин, А.М. Стадник, Ю.В. Иванова, П.Н. Замятин, И.В. Гусак, В.П. Невзоров // Новое слово, 2009 – 166 с.
2. Gordienko Yu.Ye., Shcherban I.M., Diapason properties of resonant aperture sensors for microwave diagnostics of small objects / Telecommunication and Radio Engineering, Vol. 79 , № 9, 2020, pp. 793–801.
3. Бондаренко І. М. Напрями та проблеми мікрохвильових досліджень вологовмісних матеріалів та структур : монографія / І. М. Бондаренко, Ю. О. Гордієнко, О. Ю. Панченко; Харків: ФОП Панов А.М., 2019. - 320 с.