

## ВИМІРЮВАЛЬНІ КОМІРКИ ТА СТРУКТУРИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Глухі М.А.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Бондаренко І.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПІ,  
м. Харків, Україна

e-mail: [mykyta.hlukhi@nure.ua](mailto:mykyta.hlukhi@nure.ua)

The main requirements for measuring cells and structures intended for microwave research of moisture-containing materials are considered. Examples of possible experimental measuring structures and stages of their practical implementation are given.

Мета роботи – визначення загальних умов та вимог щодо конструкційної реалізації вимірювальних комірок та структур.

Методи НВЧ діелектрометрії мають переваги порівняно з іншими методами, тому що, по-перше, дозволяють здійснювати безконтактне вимірювання характеристик об'єктів, а, по-друге, можуть бути використані для досліджень об'єктів при одночасному впливі на них випромінювання, що може бути корисним для отримання додаткової інформації.

Взагалі всі методи НВЧ вимірювань локалізованих об'єктів можна поділити на дві групи: хвилеводні та резонаторні.

Хвилеводні методи базуються на вивченні змін характеристик електромагнітних хвиль, які пройшли крізь об'єкт або відбилися від нього.

Резонаторні методи базуються на вимірюванні змін (зсувів) резонансної частоти та добротності, які відбуваються при взаємодії резонансного вимірювального перетворювача (РВП) з відповідним об'єктом внаслідок його внесення в резонатор, або збурень за рахунок зовнішнього зв'язку.

Однак, обидві групи, по-перше, потребують розробки методів розрахунку зв'язків характеристик хвиль, що пройшли крізь об'єкт або відбилися від нього у випадку хвилеводної групи методів або змін резонансної частоти і добротності в випадку резонаторної групи, з параметрами об'єкта, який вивчається. По-друге – створення відповідних конструкцій для розміщення під час дуже складних за формою і змістом об'єктів в зоні вимірювання. В третє – створення відповідних систем отримання інформаційних сигналів та їх обробки.

При виборі метода дослідження слід мати на увазі, що хвилеводні методи конструктивно більш прості і забезпечують вимірювання в досить широкій смузі частот, однак резонаторні методи, незважаючи на їх вузькосмуговість незрівняні за чутливістю, яка визначається величиною добротності, що може сягати декількох тисяч у випадку використання об'ємних резонаторів в якості РВП.

В роботі [1] проведений аналіз стану справ у напрямку мікрохвильових досліджень вологовмісних матеріалів, наведено методики досліджень, приклади реалізації чутливих елементів и вимірювальних систем. В той же час при дослідженні рідких зразків біоречовин (кров, плазма, розчини) виникає багато питань щодо конструкційного забезпечення ефективної взаємодії випромінювання, яке формується чутливим елементом, та зразка речовини, що досліджується, при збереженні високої чутливості вимірювань.

Першим і головним питанням при цьому є визначення вимог до вимірювальної комірки, у якій буде розміщуватися зразок для дослідження [2]. Треба забезпечити збереження стану і властивостей зразка, як мінімум, на час проведення досліджень. Не повинно бути випаровування, впливу різного роду зовнішніх факторів, а також процесів взаємодії зразка з матеріалом комірки. Також треба визначитись з оптимальним об'ємом рідкого зразка та його формою, яка буде задаватися її формою. Матеріал і конструкція вимірювальної структури не повинні критично впливати на характер взаємодії мікрохвильового випромінювання і зразка. Виходячи з загальних міркувань можна якось визначитись з матеріалом та загальною конструкцією, але врахувати всі потенційні фактори неможливо.

Спрощенні конструкції вимірювальних комірок на основі використання коаксіальних структур наведено на рисунку.



Конструкції вимірювальних комірок

Для урахування можливих небажаних факторів обов'язково треба проводити попереднє комп'ютерне моделювання обраних конструкцій вимірювальних комірок і структур з метою їх оптимізації.

#### Список використаних джерел:

1. Бондаренко, І.М., Гордієнко, Ю.О., & Панченко, О.Ю. (2019). Напрями та проблеми мікрохвильових досліджень вологовмісних матеріалів та структур. Харків: ФОП Панов А.М. 2019. 320 с.
2. Глухі М. А. Обґрунтування технічних вимог до системи вимірювання вмісту та розподілу вільної і зв'язаної води в біологічних тканинах / М. А. Глухі // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті : матеріали 27-го Міжнар. молодіж. форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 1. – С. 17–18.