

*магістранти Во Зуй Фук, Зінчук Д.І.
д.т.н., проф. Яненко О.П., к.т.н., доц. Перегудов С.М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ДІЕЛЕКТРИЧНІ АНТЕНИ ДЛЯ РАДІОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Широкого поширення набуває використання міліметрових хвиль в науці і техніці. При вимірюванні слабких шумових сигналів використовуються радіометричні системи. Велике значення для забезпечення чутливості таких систем має конструкція приймально-передавальних антен. Одним з їхніх основних параметрів є розподіл електромагнітного поля в зоні випромінювання антени. Використовуючи електромагнітне моделювання антени у спеціалізованих програмних пакетах, можна суттєво покращити її характеристики. В процесі роботи було досліджено декілька типів діелектричних антен, які найбільш широко використовуються у радіовимірювальній техніці.

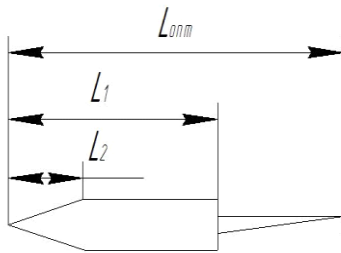


Рис. 1а. Прямокутна діелектрична антена

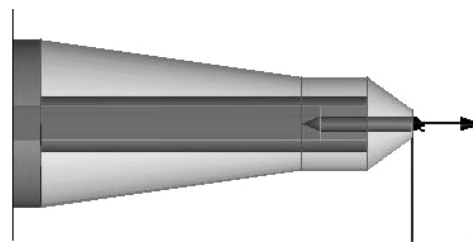


Рис. 1б. Кругла діелектрична антена

У радіометричних вимірюваннях часто використовуються антени контактного типу. При їх виготовленні для діапазону частот 37-53 ГГц використовуються діелектричні матеріали з $\epsilon = 2-16$. Така антена є прямокутним або круглим стержнем, збуджуваним стандартним хвильоводом. Для досліджень було виготовлено декілька варіантів діелектричних антен з різних матеріалів, проведено дослідження коефіцієнта передачі та визначено діаграми напрямленості.

При вимірюваннях у дальній зоні однією з основних характеристик є діаграма напрямленості. У той же час в пристроях медичного застосування використовуються контактні (аплкаторні) антени, важливим показником яких є коефіцієнт передачі. Було проведено моделювання у пакеті Ansys HFSS 13.0, виготовлено та протестовано антени вказаних типів.

Схема виміральної установки для дослідження діелектричних антен (рис. 2) складається з хвильоводів 1, височутливої ($1 \cdot 10^{-14}$ Вт) виміральної системи модуляційного типу РС з рупорною приймальною антеною X2 і атенуатором А1, височастотного генератора міліметрового діапазону (37-53 ГГц) G1 та діелектричної випромінюючої антени X1.

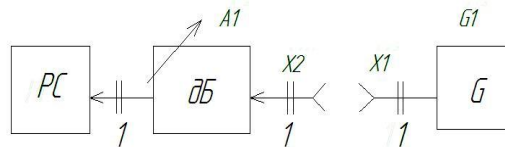


Рис. 2. Схема вимірювання коефіцієнта передачі діелектричних антен

Дана установка дозволила виміряти діаграму напрямленості у дальній зоні випромінювання і коефіцієнт передачі антени у ближній зоні.

На рис. 3а показано результати розрахунку діаграми напрямленості круглої діелектричної антени (рис. 1б), а на рис. 3б результати експерименту у дальній зоні.

Відмінності результатів можна пояснити неточним вибором діелектричної проникності при моделюванні. Процес вимірювання коефіцієнта передачі антени здійснювався таким чином:

1. Вимірювався рівень потужності P_1 без діелектричних антен на відстані 10 мм, що відповідає ближній зоні.
2. Вимірювався рівень потужності P_2 з діелектричними антенами на тій же відстані.

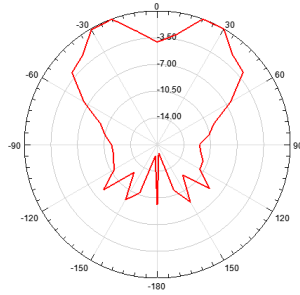


Рис.3а. Діаграма напрямленості діелектричної антени (розрахунок)

Коефіцієнт передачі антени визначався за формулою:

$$K = \frac{P_2}{P_1}.$$

Розміри і коефіцієнт передачі діелектричних антен контактного типу наведено у таблиці 1. Антена 1 виготовлена з фторопласту, антена 2 – зі склотекстоліту.

Таблиця 1

	L_1 , мм	L_2 , мм	$L_{\text{від}}$, мм	K , дБ
Антена 1	15	5	24	0,8
Антена 2	30	10	48	0,9

Для зменшення відбиття антени за рахунок вибору конфігурації діелектричного стержня забезпечувалась неможливість поширення несиметричних мод H_{12} і E_{12} . Для цього потрібне виконання умови:

$$d_{\text{max.від}} \leq \frac{1,22\lambda}{\sqrt{\varepsilon - 1}}.$$

де $d_{\text{max.від}}$ – максимальний оптимальний діаметр стержня, λ – довжина хвилі, ε – діелектрична проникність.

Результати вимірювань параметрів антен показали, що найкращий коефіцієнт передачі має узгоджений стержень контактного типу, який складається зі склотекстоліту без фольги $K = 0,9$.

Таким чином, проведені дослідження підтвердили можливість ефективного використання таких антен у радіометричних вимірюваннях без значних втрат. Крім цього, такі антени доцільно використовувати і в медичних приладах. Для зменшення працездатності процесів проектування та виготовлення можна використовувати програму електромагнітного моделювання, яка дозволяє досить точно розрахувати характеристики антени.

ЗІНЧУК Денис Ігорович, магістрант кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”, Slayx@mail.ru.

ВО ЗУЙ Фук, магістрант кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”.

ЯНЕНКО Олексій Пилипович, д.т.н. професор кафедри радіоконструювання та виробництва Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”, наукові інтереси: вимірювання слабких сигналів.

ПЕРЕГУДОВ Сергій Миколайович, к.т.н. доц. кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”, наукові інтереси: вимірювання слабких сигналів.

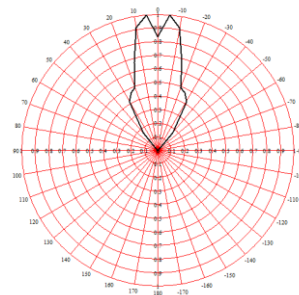


Рис.3б. Діаграма напрямленості діелектричної антени (експеримент)