

## ДОСЛІДЖЕННЯ СМУЖКОВОГО ЕЛЕМЕНТА ВІДБИВАЮЧОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ Х-ДІАПАЗОНУ

*Гергіль Є. Є., студент; Сушко О. Ю., PhD, доцент  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

Останнім часом все більшого поширення набувають низькопрофільні антенні решітки відбиваючого типу. До їх переваг варто віднести компактні розміри, простоту виготовлення та можливість адаптувати характеристики випромінювання під задані потреби.

У даній роботі досліджено окремий елемент відбиваючої решітки, а саме його фазові характеристики. Одним з основних параметрів відбиваючих решіток є фаза відбитої від елемента хвилі і її залежність від геометрії елемента та від властивостей діелектричної підкладки. Типова конструкція окремого елемента решітки на діелектричній підкладці, що складається з екрану та смужкового елемента, показана на Рис. 1.

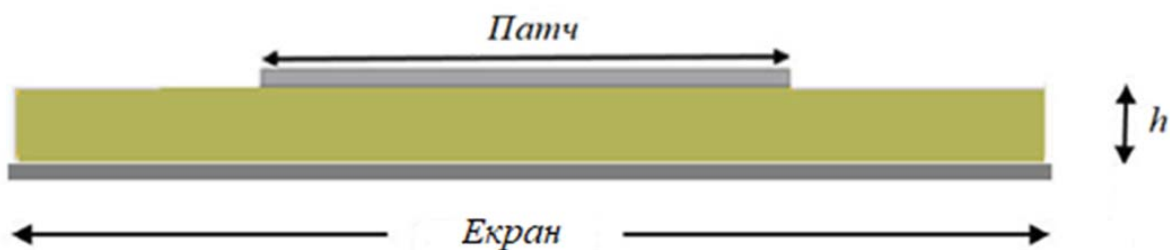


Рисунок 1. Елемент відбиваючої решітки, вигляд збоку

Для моделювання використано програмне забезпечення CST Suite. Розрахунок проводився в частотній області з використанням періодичних граничних умов. Створена модель відповідає геометрії на Рис. 1 і зображена на Рис. 2.

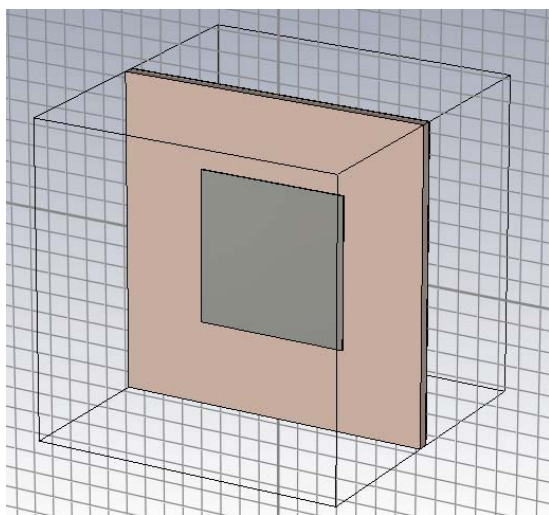


Рисунок 2. Модель елемента відбиваючої решітки в CST Suite

Рис. 2.

Важливим етапом коректного моделювання є вибір розбиття структури на комірки. Потрібно вибрати такий крок сітки, щоб досягти достатньої точності розрахунку для заданої моделі. Для заданої структури використано розбиття, що становить 10 комірок на довжину хвилі.

Для даного елемента досліджено зміну фази в залежності від його розміру на центральній робочій частоті 10 ГГц. Діапазон частот моделювання становить 9,5–10,5 ГГц.

Для дослідження вибрано дві різні діелектричні підкладки з проникно-  
стями  $\varepsilon = 2,5$ , та  $\varepsilon = 4,3$ . Останній досліджувався в двох варіантах — із  
втратами і без. Також було досліджено дві товщини діелектричної підкла-  
дки:  $h = 0,5$  мм,  $h = 1$  мм. Розмір елемента рівний  $\lambda_0/2$ , що є типовим для  
таких решіток, де  $\lambda_0 = 30$  мм для центральної частоти 10 ГГц.

Промодельовавши при різних параметрах діелектричної підкладки,  
отримуємо наступні результати: на Рис. 3 зображена залежність фази відби-  
тої від елемента хвилі від зміни розміру випромінювача при двох товщинах  
діелектрика. Бачимо, що різка зміна відбувається при довжині сторони ви-  
промінювача від 8 до 9 мм, що відповідає резонансу даного елемента. Також  
видно, що менша крутизна характеристики спостерігається при більшій то-  
вщині діелектрика. Для решіток даного типу менша крутизна фазової ха-  
рактеристики відповідає ширшій смузі робочих частот.

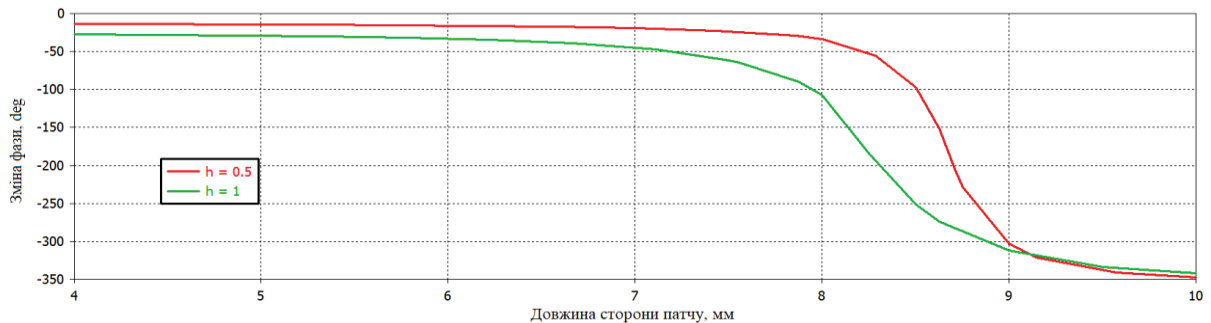


Рисунок 3. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони випромінювача при вико-  
ристанні діелектрика із  $\varepsilon = 2,5$  для товщин підкладки 0,5 та 1 мм.

На Рис. 4 наведені два графіки для різних товщин діелектрика:  $h = 0,5$  мм,  $h = 1$  мм, при використанні підкладки з діелектричною проникні-  
стю  $\varepsilon = 4,3$ . Із графіку видно, як впливає діелектрична проникність на зміну  
фази. Найбільш різка зміна відбувається при довжині сторони патчу від 6 до  
7 мм (так як ефективна діелектрична проникність збільшилася, відповно і  
резонансна частота зменшилася). І знову більш плавний перехід отримуємо  
при більшій товщині діелектрика.

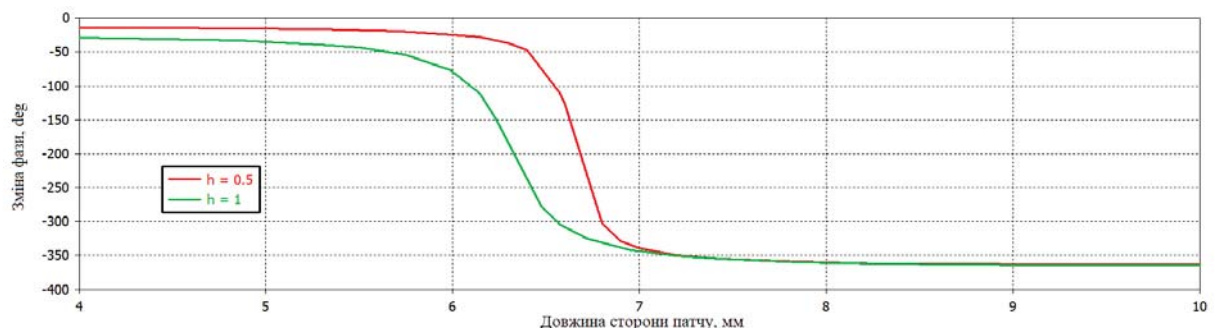


Рисунок 4. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони випромінювача при вико-  
ристанні діелектрика із  $\varepsilon = 4,3$  для товщин підкладки 0,5 та 1 мм.

Далі замість діелектрика без втрат, що розглядався вище, додано діеле-  
ктричні втрати (тангенс кута втрат рівний 0,025). Як видно з Рис. 5, довжина  
сторони випромінювача, при якій спостерігається резонанс, очікувано не

змінилась, але суттєво змінилась крутизна кривої.

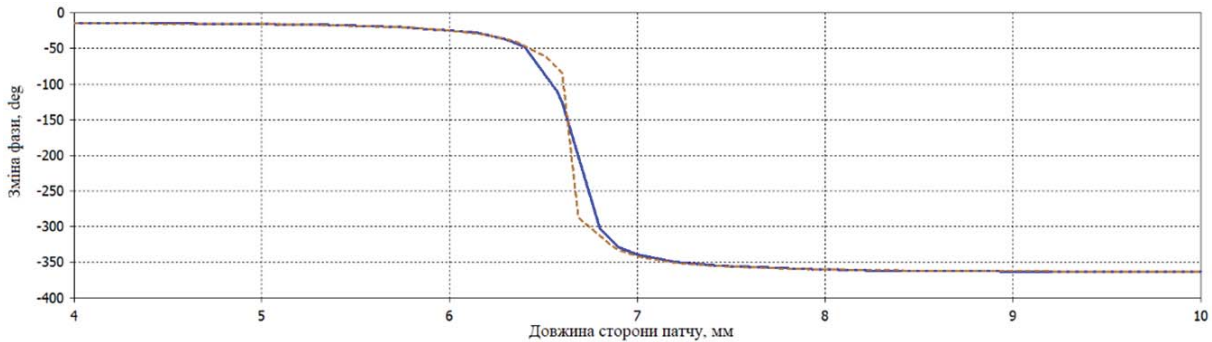


Рисунок 5. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони випромінювача при використанні діелектрика з  $\varepsilon = 4,3$ . Суцільна крива відповідає діелектрику без втрат, пунктирна — із втратами.

Підсумовуючи результати дослідження, варто відмітити, що для розширення робочої смуги частот відбиваючої решітки доцільно обирати діелектричну підкладку з більшою товщиною і з малим тангенсом кута діелектричних втрат.

#### **Анотація**

В даній роботі представлено результати електродинамічного моделювання елемента відбиваючої решітки на центральній частоті X-діапазону 10 ГГц. Показана залежність зміни фази від зміни довжини сторони патчу, а також від вибраного діелектрика і його товщини.

#### **Аннотация**

В данной работе представлено результаты электродинамического моделирования элемента рефлекторной антенны на центральной частоте X-диапазона 10 ГГц. Показана зависимость изменения фазы от изменения длины стороны патча, а также от выбранного диэлектрика и его толщины.

#### **Abstract**

This paper presents the results of electrodynamic modeling of reflect array element at the center frequency of X band 10 GHz. The dependences of the phase versus patch sidelength, properties of selected dielectric and its thickness are presented.