

ДОСЛІДЖЕННЯ СМУЖКОВОГО ЕЛЕМЕНТУ ВІДБИВАЮЧОЇ АНТЕННОЇ РИШТКИ X- ДІАПАЗОНУ

Гергіль Є. Є.; 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 [1, 2].

В 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.

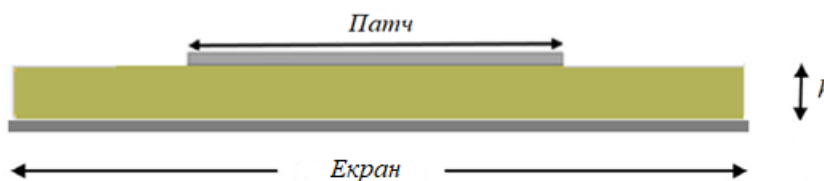


Рисунок 4. Елемент відбиваючої решітки, вигляд збоку

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

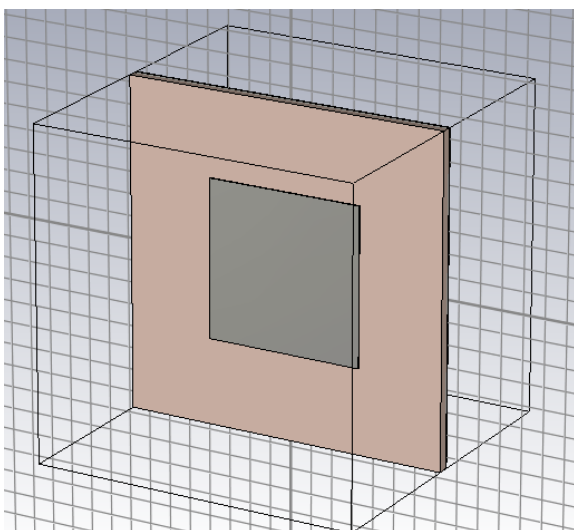


Рисунок 2. Модель елементу відбиваючої решітки в CST Suite

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

Для даного елемента досліджено зміну фази в залежності від його розміру на центральній робочій частоті 10 ГГц. Розрахунковий діапазон частот задано від 9.5 ГГц до 10.5 ГГц.

Для дослідження вибрано дві різні діелектричні підкладки з проникностями $\epsilon = 2.5$, та $\epsilon = 4.3$. Остання досліджувався в двох варіантах - з

втратами і без. Також було досліджено дві товщини діелектричної підкладки: $h = 0.5$ 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 відбитої від елемента хвилі від зміни розміру патчу, при двох товщинах діелектрика. Бачимо що різка зміна відбувається при довжині сторони патчу від 8 мм до 9 мм, що відповідає резонансу даного елемента. Також видно, що менша крутизна характеристики спостерігається при більшій товщині діелектрику. Для решіток даного типу менша крутизна фазової характеристики відповідає ширшій смузі робочих частот.

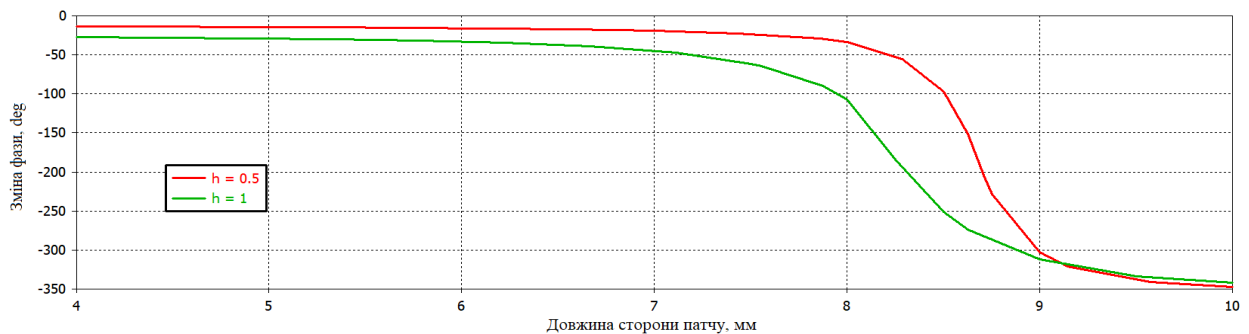


Рисунок 3. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони патчу, при використанні діелектрику $\epsilon = 2.5$ для товщин підкладки 0.5 та 1 мм

На Рис. 4, наведені два графіки для різних товщин діелектрика: $h = 0.5$ мм, $h = 1$ мм, при використанні підкладки з діелектричною проникністю $\epsilon = 4.3$. Із графіку видно, як впливає діелектрична проникність на зміну фази, тепер найбільш різка зміна відбувається при довжині сторони патчу від 6 мм, до 7 мм (так як ефективна діелектрична проникність збільшилася, відповно і резонансна частота зменшилася). І знову більш плавний перехід отримуємо при більшій товщині діелектрику.

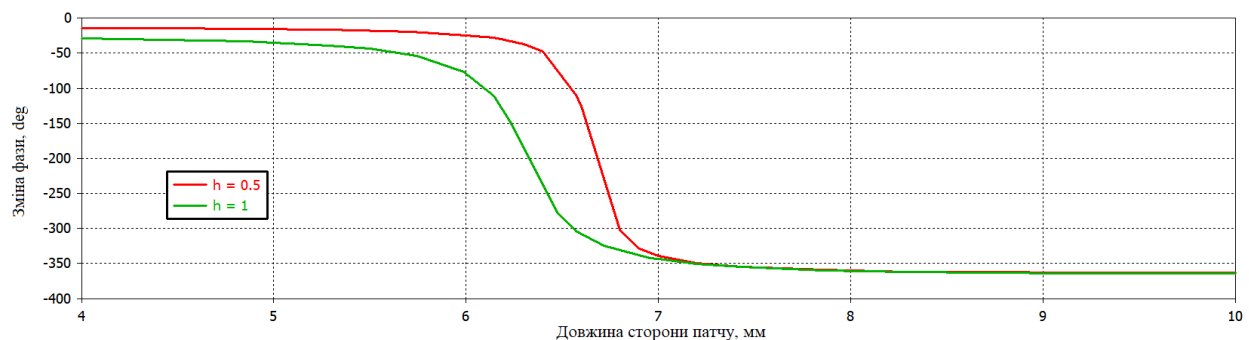


Рисунок 4. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони патчу, при використанні діелектрику $\epsilon = 4.3$ для товщин підкладки 0.5 та 1 мм

Далі замість діелектрика без втрат, що розглядався вище, додано діелектричні втрати (тангенс кута втрат рівний 0.025). Як видно з Рис. 5, довжина сторони патчу при якій спостерігається резонанс, очікувано не змінилась, але суттєво змінилась крутизна кривої.

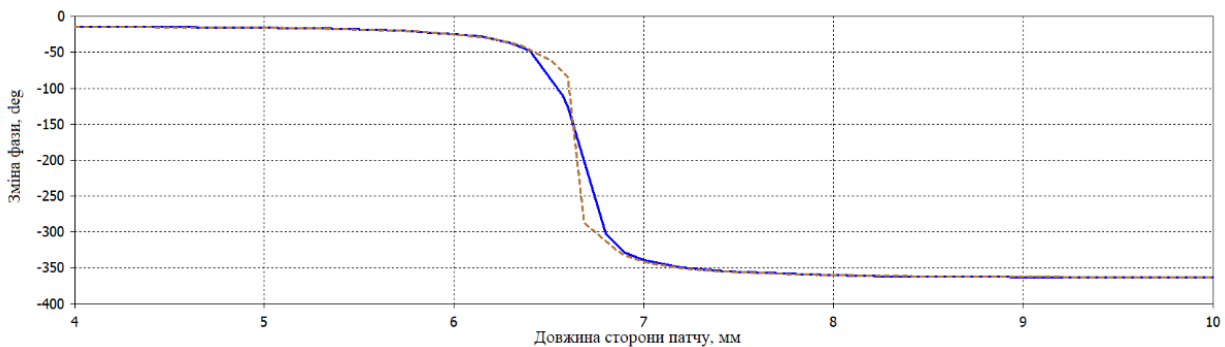


Рисунок 5. Залежність зміни фази при зміні довжини сторони патчу, при використанні діелектрику $\epsilon = 4.3$. Суцільна крива відповідає діелектрику без втрат, пунктирна – з втратами

В якості висновку варто відмітити, що з точки зору широкосмуговості відбиваючої решітки доцільно обирати діелектричну підкладку з більшою товщиною, і з малим тангенсом кута діелектричних втрат.

Перелік посилань

1. P. Nayeri, Reflectarray Antennas: Theory, Designs, and Applications / P. Nayeri, F. Yang, A. Z. Elsherbeni. – 1st Edition. – John Wiley & Sons Ltd., 2018. – 404 p. – ISBN 978-1-118-84676-6.
2. H. Bodur, Broadband single-layer reflectarray antenna for X-band applications / H. Bodur, S. Ünalı, S. Çimen, G. Çakır / IET Microwaves, Antennas and Propagation, Vol. 12, Issue 10, 2018. – pp. 1609-1612, ISSN: 1751-8733.

Анотація

В даній тезі представленні 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.

Анотация

В данном тезисе представлены 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 reflectarray element at the center frequency of X band - 10 GHz. The dependence of the phase change on the change of the patch side length, as well as on the properties of selected dielectric and its thickness is shown.