

РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

УДК 621.396.67

А.І. Білоцький, аспір.
Н.В. Петриченко, аспір.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

УЗГОДЖЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ХВИЛЕВОДНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ
МЕТАЛЕВИМИ ШТИРЯМИ, РОЗТАШОВАНИМИ НА ЇХ АПЕРТУРІ

Запропонований спосіб узгодження прямокутних хвильоводних випромінювачів з відкритим простором за допомогою металевих штирів, розташованих на апертурі випромінювачів. Наведено експериментальні дані, що підтверджують ефективність розглядуваного способу узгодження.

(Представлено д.т.н. В.П. Манойловим)

Хвильоводні випромінювачі, що уявляють собою відкритий кінець хвильоводу з фланцем або без нього, широко розповсюджені і як самостійні антени, і як елементи антенних решіток. Основним недоліком хвильоводних випромінювачів є погане узгодження з відкритим простором через те, що хвильовий опір таких випромінювачів $Z_x = Z_0 / \sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}$ значно більший за хвильовий опір вільного простору Z_0 . В результаті вони мають великий коефіцієнт відбиття від апертури хвильоводу і, відповідно, створюють високий коефіцієнт стоячої хвилі (КСХ) в антенно-фідерному тракті.

Для грубої оцінки величини коефіцієнта відбиття від апертури прямокутного хвильоводу часто користуються наближеною формулою [1]:

$$\Gamma \approx \frac{1 - \frac{\lambda}{\Lambda_{10}}}{1 + \frac{\lambda}{\Lambda_{10}}}, \quad (1)$$

де λ – довжина хвилі у вільному просторі; Λ_{10} – довжина хвилі основного типу H_{10} в прямокутному хвильоводі. Відповідно КСХ прямокутного хвильоводного випромінювача буде наближено дорівнювати:

$$КСХ = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \approx \frac{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}, \quad (2)$$

де a – ширина хвильоводу. Згідно з цією формулою КСХ прямокутного хвильоводного випромінювача шириною $a = 23$ мм в діапазоні частот 8–12 ГГц повинен становити 1,2–1,6. Реальний же КСХ виявляється ще вищим.

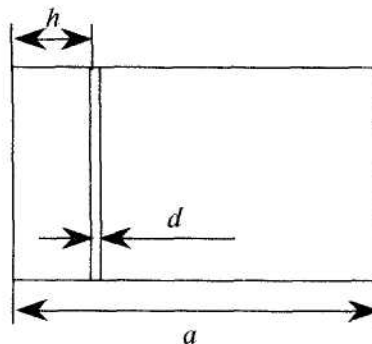


Рис. 1

Для покращення узгодження відкритого кінця хвильоводу з вільним простором пропонується використовувати відрізки металевого дроту (штирі), розташовані на апертурі хвильоводу, як це показано на рис. 1.

Експериментально встановлено, що при розташуванні штиря на деякій відстані h від вузької стінки хвильоводу паралельно їй вдається досягти кращого узгодження хвильоводу в широкій смузі частот.

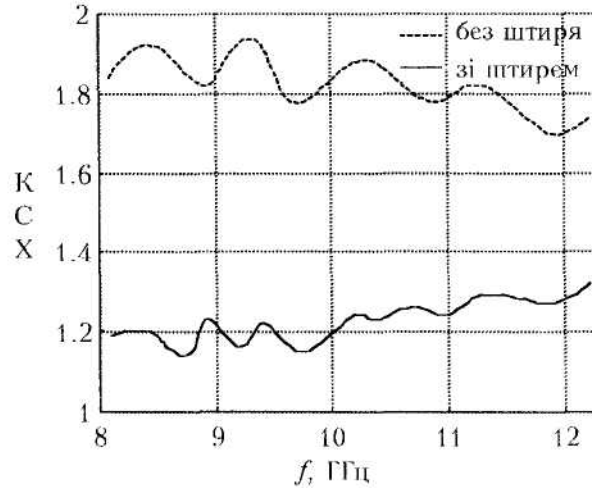


Рис. 2

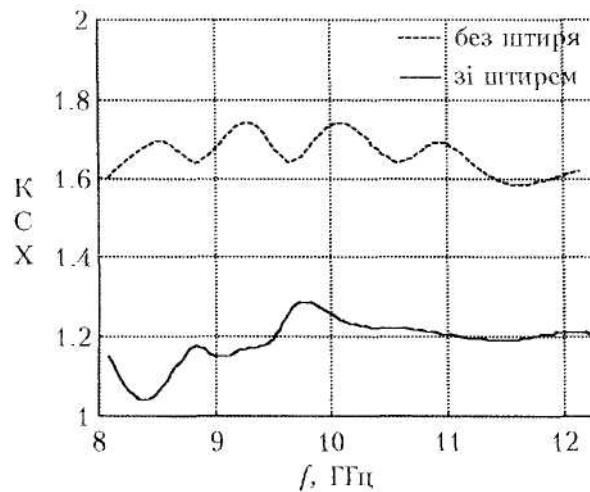


Рис. 3

На рис. 2 показані характеристики узгодження хвильоводного випромінювача без фланця розміром $a \times b = 23 \times 10$ мм без штиря та з мідним штирем діаметром $d = 0,1$ мм. На рис. 3 показані аналогічні характеристики для хвильоводного випромінювача з фланцем розміром 42×42 мм. З рисунків видно, що застосуванням штиря можна значно покращити характеристики узгодження таких випромінювачів у широкій смузі частот. Відстань від штиря до вузької стінки хвильоводу визначалася експериментально по найкращому узгодженню випромінювача у смузі частот 8–12 ГГц і для хвильоводного випромінювача без фланця становила $h = 6,7$ мм, а для випромінювача з фланцем — $h = 6,1$ мм.

На рис. 4 наведені частотні характеристики узгодження хвильоводного випромінювача без фланця при діаметрах мідного штиря $d = 0,1$ мм та $d = 0,4$ мм. На рис. 5 наведені аналогічні характеристики для випромінювача з фланцем. З графіків видно неоднаковий вплив діаметра штиря на характеристики узгодження хвильоводних випромінювачів з фланцем та без нього: випромінювач без фланця краще узгоджує штир діаметром $d = 0,4$ мм, тоді як випромінювач з фланцем краще узгоджує штир діаметром $d = 0,1$ мм. Відстань від штиря до вузької стінки хвильоводу визначалася, як і в попередньому випадку, по найкращому узгодженню

випромінювача у смузі частот 8–12 ГГц і при діаметрі щіря $d = 0,4$ мм для хвильоводного випромінювача без фланця становила $h = 5,1$ мм, а для випромінювача з фланцем – $h = 4,3$ мм.

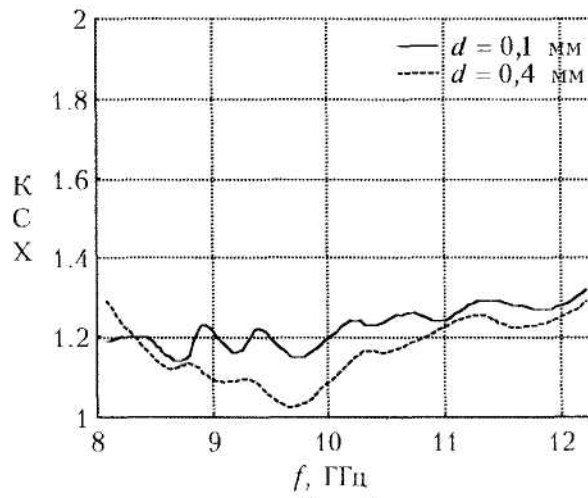


Рис. 4

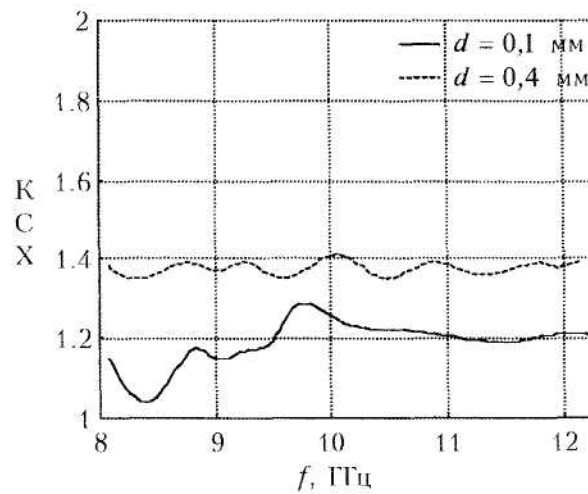


Рис. 5

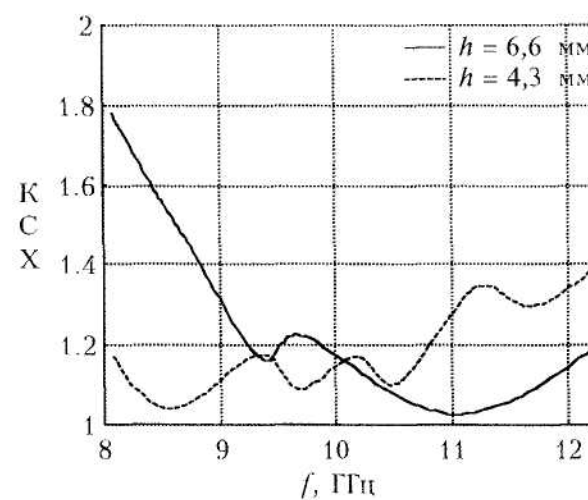


Рис. 6

На рис. 6 показано, що переміщенням щіря по апертурі можна досягти більш кращого узгодження у нижній або верхній смузі діапазону частот (тобто менших значень КСХ): при

зміщенні щтиря ближче до стінки хвилеводу відносно оптимального положення (яке забезпечує найкраще узгодження по всьому діапазону 8–12 ГГц) вдається досягти кращого узгодження на нижніх частотах діапазону, а при зміщенні щтиря ближче до центру – на вищих частотах діапазону. Експериментальні криві відносяться до хвилеводного випромінювача без фланця, узгодженого щтирем діаметром $d = 0,4$ мм.

Загалом необхідно зазначити, що обранням відповідного розташування щтиря можна узгодити хвилеводний випромінювач на будь-якій фіксованій частоті з його робочого діапазону, але значення КСХ на інших частотах цього діапазону може виявитися неприйнятно великим.

Таким чином, можна зазначити, що експериментальні дані свідчать про можливість це лише ефективного узгодження хвилеводних випромінювачів за допомогою металевих щтирів, розміщених на їх апертурі, але й ефективного керування їх частотними характеристиками у даний спосіб.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ямайкин В.Е., Северьянов В.Ф., Кшишунюв В.К., Рунев А.В. Антенные устройства. – Мінск: МВІРГУ, 1965. – 530 с.

БІЛОЦЬКИЙ Андрій Іванович – аспірант кафедри медичних приладів та систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- технічна електродинаміка;
- антени та пристрої НВЧ.

belotsky@ziet.zhitomir.ua

ПЕТРИЧЕШКО Наталія Василівна – аспірант кафедри медичних приладів та систем Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- технічна електродинаміка;
- антени та пристрої НВЧ.

pnv@ziet.zhitomir.ua

Подано 10.01.2001