



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54519 (13) C2

(51) 7 H01Q19/13, H01Q3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) АНТЕНА З ОПТИМАЛЬНОЮ ДІАГРАМОЮ СПРЯМОВАНOSTI

1

2

(21) 99126988

(22) 21 12 1999

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Верпооченко Георгій Іванович, Гамій Дмитро  
Олександрович, Козлов Сергій Кузьмич, Оль  
шевський Олександр Лаврентійович(73) ДЕРЖАВНЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО  
"ПІВДЕННЕ" ІМ М. К. ЯНГЕЛЯ

(56) Патент JP №63144605, 16 06 1988

(57) Антена з оптимальною діаграмою спрямова  
ності, що складається з відбивного дзеркала та оп  
ромінювача, яка відрізняється тим, що поверхня відбиття дзеркала утворена кривою другого  
порядку, описуваною рівнянням

$$\rho = \frac{2f}{1 + \sin(\varphi - \theta)},$$

де

 $\rho$  та  $\theta$  - полярні координати, $2f$  - параметр кривої, $\varphi$  - кут з горизонтальною площиною антени, під  
яким необхідно забезпечити випромінювання мак  
симально досяжної частини потужності НВЧ - ко  
ливань, причому  $\varphi \neq 0^\circ$ 

Винахід належить до області антенної техніки та оптики і може бути застосований для зв'язку з літаючими апаратами (зокрема з космічними), у радіолокації, а також в охоронній сигналізації та в різноманітних оптичних пристроях.

В деяких окремих випадках необхідно мати антену неспрямовану у горизонтальній площині, але спрямовану у вертикальній, причому під певним кутом до горизонтальної площини антени. Це стосується випадків зв'язку зі супутниками, що обертаються по еліптичним та круговим траєкторіям. Час зв'язку з таким супутником обернено пропорційний кутовій висоті над горизонтом. Тому при малій кутовій висоті супутника (у цьому випадку відстань між супутником і Землею найбільша) антена має мати великий коефіцієнт підсилення, а при проходженні над пунктом збору інформації (у цьому випадку відстань найменша) — малий або ж зовсім не випромінювати. Для досягнення цього діаграма спрямованості (ДС) повинна мати у вертикальній площині певну спрямованість, причому під деяким кутом  $\varphi$  до горизонтальної площини антени (кут  $\varphi$  залежить від висоти, орбіти супутника). У горизонтальній площині ДС повинна бути неспрямованою. Антена з ДС такої форми вважається оптимальною для зв'язку зі супутниками.

Аналогами даного винаходу є конусна антена для мікрохвильового діапазону (H01Q13/12, 15/16, H01P1/16, заява Німеччини №4002058, дата публі

кації 01 08 91р.) та антена неспрямована у горизонтальній площині (H01Q19/13, 3/00, Заява Японії №63-144603, дата публікації неперевіреної заявки у бюлетені "Кокай Токкьо Кохо" 16 06 88р.)

Конусна антена для мікрохвильового діапазону по заяві Німеччини має кругову характеристику спрямованості і складається з перетворювача типу хвиль, круглого хвильоводу, з'єднаної з ним центральносиметричної рупорної антени та конічного рефлектора.

Антена неспрямована у горизонтальній площині по заяві Японії складається з конічного відбиваючого дзеркала параболоїду обертання та джерела випромінювання. Поверхня відбиття конічного дзеркала утворена обертанням параболі навколо вертикальної осі.

Недоліком аналогів є те, що спрямованість антен у вертикальній площині не складає необхідного кута з горизонтальною площиною антени. Це зумовлено тим, що відбиття від вибраних поверхонь створює плоский фазовий фронт електромагнітної хвилі паралельно до вертикальної осі.

Прототипом винаходу вибрана антена неспрямована у горизонтальній площині як найбільш близька за конструкцією та за способом рішення задачі винаходу.

В основу винаходу поставлено задачу отримати оптимальну діаграму спрямованості антени шляхом вибору форми поверхні відбиття дзеркала забезпечити випромінювання максимально досяж

(13) C2

(11) 54519

(19) UA

ної частини потужності НВЧ коливань під певним кутом до горизонтальної площини антени

Для рішення поставленої задачі дзеркало має поверхню відбиття утворену обертанням навколо вертикальної осі кривої другого порядку, яка в полярній системі координат описується співвідношенням

$$\rho = \frac{2f}{1 + \sin(\varphi - \theta)}, \quad (1)$$

де  $\rho$  та  $\theta$  — полярні координати,

$2f$  — параметр кривої,

$\varphi$  — кут з горизонтальною площиною антени, під яким необхідно забезпечити випромінювання максимально досяжної частини потужності НВЧ коливань, причому  $\varphi = 0^\circ$  (при  $\varphi = 0^\circ$  антена випромінює перпендикулярно до вертикальної осі, а формула (1) — перетворюється в рівняння парабол)

Істотна відмінність пропонованої антени від прототипу полягає у формі вибраної поверхні відбиття дзеркала антени

Більш детально суть винаходу розкривається в описі та за допомогою креслень, на яких зображені

на фіг 1 — схема будови антени,

на фіг 2 — позначення до виводу формули кривої,

на фіг 3 — антена в роботі,

на фіг 4 — теоретичний вид оптимальної ДС,

на фіг 5 — ДС експериментального зразка пропонованої антени

Антена з оптимальною діаграмою спрямованості складається з опромінювача 1 у вигляді конічного рупора та відбиваючого дзеркала 2, що має вид поверхні обертання утвореної шляхом обертання навколо осі  $OO'$  кривої другого порядку виду (1). Фокус  $F$  кривої і фазовий центр 3 опромінювача при цьому співпадають,

Принцип дії антени пояснюється за допомогою законів геометричної оптики, при цьому вважається, що поле НВЧ коливань розповсюджується по променям

Форма кривої другого порядку вибирається таким чином, щоб довжини оптичних шляхів променів сферичної хвилі, що виходять з точки  $F$  (фокуса кривої), відбиваються від кривої  $S$  під кутом  $\varphi$  до горизонтальної площини і потрапляють до деякої прямої  $FA$ , були рівними і утворювали з нею кут  $90^\circ$ . В позначеннях фіг 2 це означає, що  $FB + BC = FB' + B'C'$ ,

а

$$\angle OFA = \angle CO'X = \varphi$$

Припустимо, що

$$FB + BC = FB' + B'C' = 2f, \quad (2)$$

де  $2f$  — параметр кривої

З трикутників  $FBC$  та  $FB'C$  видно, що

$$BC = FB \sin(\varphi - \theta_1),$$

$$B'C' = FB' \sin(\varphi - \theta_2)$$

Позначивши  $FB$  і  $FB'$  змінною  $\rho$  і переходячи до полярної системи координат з центром у точці  $F$  і поточними координатами  $\rho$  і  $\theta$  з рівняння (2) отримаємо формулу кривої  $S$

$$\rho = \frac{2f}{1 + \sin(\varphi - \theta)},$$

Поле НВЧ коливань розповсюджується з фазового центру опромінювача по променям, один з них показаний ламаною  $3 - 3' = 3''$ . Враховуючи оптичні властивості пропонованої поверхні відбиття, промені, що виходять з фазового центру опромінювача (тобто фокуса  $F$  дзеркала 1), відбиваються від поверхні дзеркала 1 і падають нормально до площини 4-4'. Таким чином в деякій площині 4 - 4' створюється плоский фазовий фронт електромагнітної хвилі, нормаль до якого з горизонтальною площиною 5 антени складає кут  $\varphi$ . Цей фронт можна замінити еквівалентним лінійним випромінювачем з довжиною, що залежить від розміру апертури антени. ДС такого випромінювача відома, у випадку синфазного розподілу вона має головний пелюсток перпендикулярний лінійному випромінювачу. Підсумок випромінювання таких еквівалентних випромінювачів по всій площині розкриву дає неспрямованість в горизонтальній площині, а у вертикальній площині спрямованість антени з горизонтальною площиною буде складати кут  $\varphi$ .

Таким чином запропонована поверхня відбиття при опромінюванні полем НВЧ коливань створює в деякій площині плоский фазовий фронт електромагнітної хвилі, який утворює ДС, що має необхідну спрямованість у вертикальній площині і неспрямовану у горизонтальній

Був проведений розрахунок поверхні відбиття для  $\varphi = 20^\circ$ . За даними цього розрахунку було створено експериментальний зразок антени для промислового використання. На фіг 4 зображений теоретичний вид оптимальної ДС, а на фіг 5 — виміряної ДС експериментального зразку антени

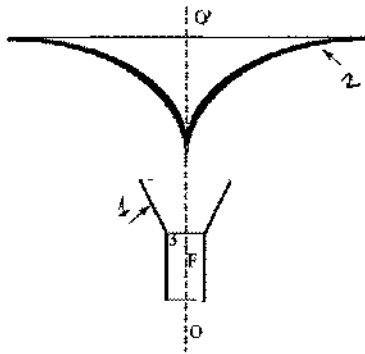


Fig. 1

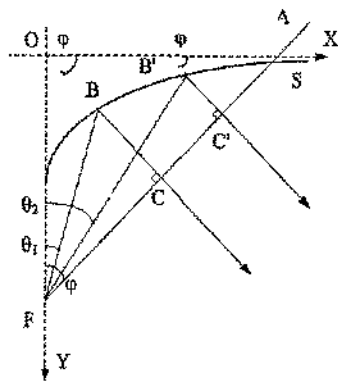


Fig. 2

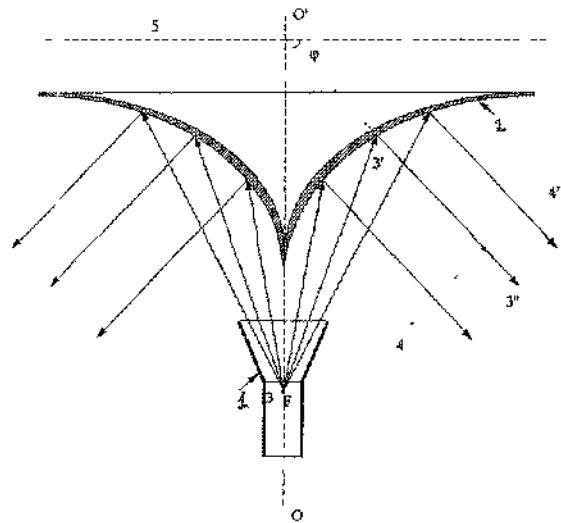


Fig. 3

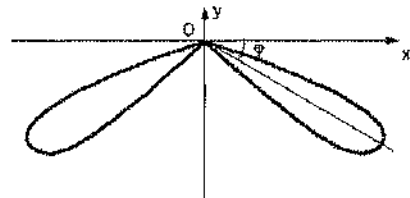


Fig. 4

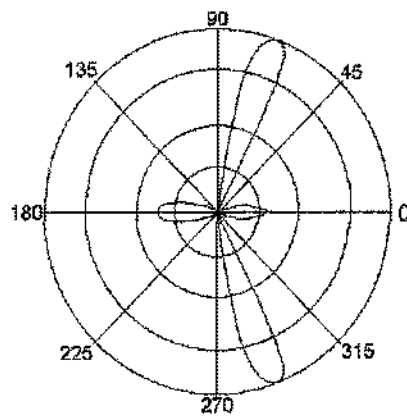


Fig. 5