



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5167 (13) U

(51) 7 H01Q3/12, H01Q3/18, H01Q3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

ВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПІРАЛЬНА АНТЕНА

1

2

(21) 20040705815

(22) 15.07.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Міць Юрій Кирилович, Курбатов Ігор Юрійович

(73) Запорізький державний університет

(57) Спіральна антена, що містить коаксіальний фідер, металевий екран, радіопрозорий корпус з розташованими всередині просторовою однозаходною спіраллю з регульованою довжиною, мікро-

гвинтом та підстроювальним елементом, до якого жорстко закріплений останній виток спіралі, яка відрізняється тим, що додатково містить автоматичний електро механічний привід регулювання, діелектричну нерухому основу, радіопрозорий підшипник ковзання, а також спіраль з 15-20 витками, корпус спрямування і герметизації та екран, які виконані конічними, а мікрогвинт і підстроювальний елемент - радіопрозорими.

Спіральна антена відноситься до галузі радіотехніки, а саме до антенної техніки надвисоких частот (НВЧ) і стосується надширокопasmових однозаходних дровових регульованих просторових конічних спіральних структур.

Відома просторова конічна спіральна антена (Patent GB №2256750, Іун 1991 H01Q 1/12, 1/32. GEC - MARKONI LIMITED /INCORPORATED IN The united KINGDOM/), що містить коаксіальний фідер, конічний діелектричний корпус, в якому розміщується конічна просторова однозаходна спіраль, що має нерухомі характеристики та параметри поля НВЧ-випромінювання. Сигнал від передавача, крізь коаксіальний фідер, подається на перший найбільший виток просторової конічної спіралі, поле випромінювання якої формується з максимумом по осі симетрії спіралі. Смула робочих частот залежить від геометричних параметрів першого найбільшого та останнього найменшого витка спіралі. Коефіцієнт перекриття смуги робочих частот відповідає рівнянню:

$$F = a_2/a_1, (1)$$

де a_2 - найбільший радіус першого навитого витка конічної спіралі [м];

a_1 - найменший радіус навитого витка конічної верхівки спіралі [м].

Недоліками цієї конічної спіральної антени є те, що поле випромінювання в дальній зоні стаціонарне, тобто нерегульоване. Не регулюється і смула робочих частот, чим знижуються технічні можливості застосування цієї антени в сучасних мобільних радіотехнічних системах.

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляються, є наявність коаксіального фідера, радіопрозорого конічного корпусу, конічної просторової однозаходної спіралі.

Прототипом вибрана відома регульована просторова циліндрична спіральна антена (Patent US 5146235, H01Q 1/36, Dec. 18 1989, Stefan Freise. HELIKAL UNF TRANSMITTING AND/OR RECEIVSNC ANTENNA), яка містить: коаксіальний фідер, плоский металевий екран-диск, радіопрозорий корпус із розташованою в середині регульованою просторовою циліндричною однозаходною спіраллю, що має 1-5 витків. Перший виток спіралі закріплений жорстко до корпусу, а останній - до підстроювального диска, який переміщується по мікрогвинту, що розтягує або стискує спіраль до визначеної довжини, чим здійснює підстроювання тільки однієї діаграми спрямованості, що випромінює антена в дальній зоні.

Недоліками прототипу є: недостатня кількість витків (від 1 до 5) та незначне змінювання довжини спіралі (до 1/3 від її початкової довжини), що не дозволяє використовувати таку антену для формування широкого кола окремих типових діаграм спрямованості. Це значно знижує можливість використання її в сучасних широкопasmових радіотехнічних системах.

Спільними з прототипом ознаками є наявність коаксіального фідера, радіопрозорого корпусу з розташованою в середині регульованою просторовою однозаходною спіраллю, металевого екрана, мікрогвинта та підстроювального елемента, до якого жорстко закріплений останній виток спіралі.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спіральну антену, яка шляхом використання тільки однієї однозаходної просторової спіралі з регульованими параметрами, дозволяє формувати в дальній зоні широке коло діаграм спрямованості від класичних радіопеленгаційних до будь-яких проміжних та отримати збільшення коефіцієнта перекриття робочої смуги частот.

(13) U

(11) 5167

(19) UA

Суттєвими ознаками спіральної антени, що заявляється, є наявність:

- коаксіального фідера;
- конічного металевго екрана;
- діелектричної нерухокої основи;
- радіопрозорого корпусу спрямування і герметизації;
- просторової однозаходної конічної спіралі з 15-20 витками, яка може регулюватися за довжиною;
- радіопрозорого мікрогвинта;
- радіопрозорого підшипника ковзання;
- радіопрозорого підстроювального елемента, до якого жорстко закріплений останній виток спіралі;

Відмінними від прототипу ознаками є: додаткове введення автоматичного електромеханічного приводу регулювання, діелектричної нерухокої основи, радіопрозорого підшипника ковзання; виконання конічними - спіралі з 15-20 витками, корпусу спрямування і герметизації, екрану, радіопрозорими - мікрогвинта та підстроювального елемента.

Спіральна антена (Фіг.1) складається з коаксіального фідера 1, конічного металевго екрану 2, діелектричної нерухокої основи 3, просторової однозаходної конічної спіралі 4, яка розміщується в середині конічного радіопрозорого корпусу спрямування та герметизації 5, радіопрозорих мікрогвинта 6, підстроювального елемента 7, підшипника ковзання 8 та автоматичного електромеханічного приводу регулювання 9.

До металевго конічного екрану 2 приєднані: з одного боку - коаксіальний фідер 1, діелектрична нерухока основа 3 разом з закріпленням до неї першим найбільшим витком спіралі 4, радіопрозорий конічний корпус спрямування та герметизації 5, в середині якого розташовані однозаходна просторова конічна спіраль 4, радіопрозорий мікрогвинт 6, по якому пересувається радіопрозорий підстроювальний елемент 7 разом з закріпленням на ньому останнім найменшим витком конічної спіралі 4 та радіопрозорий підшипник ковзання 8, в якому обертається мікрогвинт 6; з другого боку - автоматичний електромеханічний привод регулювання 9.

Антенний пристрій працює таким чином: енергія надвисоких частот від передавача (на Фіг.1 не показано) по коаксіальному фідеру 1, що проходить крізь екран 2, подається на спіраль 4 і, крізь конічний радіопрозорий корпус 5, випромінює у вільний простір.

Формування зовнішнього поля випромінювання відбувається залежно від примусового змінювання довжини спіралі L_z , довжина якої дорівнює:

$$L_z = NS_1, (2)$$

де N - кількість витків спіралі; S_1 - крок поміж витками спіралі в [м], що відповідає довжині спіралі, L_{z1} [м].

Для формування наперед заданої форми діаграми спрямованості (ДС) змінюють довжину за допомогою автоматичного електромеханічного приводу регулювання 9, шляхом обертання радіопрозорого мікрогвинта 6, по різьбі якого пересува-

ється радіопрозорий підстроювальний елемент 7 разом з закріпленням на ньому останнім (найменшим) витком конічної спіралі 4. Таким чином спіраль 4 може змінювати свою довжину L_z по осі симетрії:

- від стиснутої в площину спіралі Архімеда з мінімальною довжиною,

$$L_z^{\min} = 2r_0, (3)$$

де L_z^{\min} - мінімальна довжина плоскої спіралі, [м];

- r_0 - радіус дроту, з якого навита спіраль, [м];
- до просторової конічної спіралі з максимальною довжиною

$$L_z^{\max} = NS_{\max}, (4)$$

Де S_{\max} - максимальний крок розтягнутої спіралі, що устанавлюється автоматично з установкою довжини, L_z^{\max} [м].

При зміні довжини спіралі від $L_z^{\min} = 2r_0$ до $L_z^{\max} = NS_{\max}$ пропорційно змінюються крок спіралі S_1 , кут підйому навитого витка α_1 , кут навитої конічної спіралі ϑ_1 та довжина спіралі L_1 , що дозволяє (за допомогою тільки однієї конічної спіралі) формувати в дальній зоні будь-яку діаграму спрямованості та розширити смугу робочих частот.

Відстань до дальньої зони розраховують відповідно рівнянню:

$$Z_{dz} = \frac{2a_1^2}{\lambda_{cp}}, (5)$$

де Z_{dz} - відстань від розкриву спіралі з найменшим витком до початку дальньої зони, [м],

a_1 - найменший радіус витка конічної спіралі, [м];

λ_{cp} - довжина хвилі в проводі спіралі [м].

Характеристики випромінювання: діаграма спрямованості (форма поля випромінювання) в дальній зоні; максимуми та мінімуми амплітуди поля, $F_n(\theta)$; ширина діаграми спрямованості на рівні 0,5 потужності, $2\theta_{0,5}(L_z)$ можна розрахувати за відомою формулою (6) [Драбкин А.Л. Антенно-фидерные устройства. - М.: "Сов. Радио", 1974. С.321]

$$F_n(\theta) = \frac{\sin\left\{\frac{2\pi N}{\lambda_0}[\xi(l_2 - l_1) - S \cos \theta]\right\}}{N \sin\left\{\frac{2\pi}{\lambda_0}[\xi(l_2 - l_1) - S \cos \theta]\right\}}, (6)$$

де $F_n(\theta)$ - функція розподілу поля випромінювання в дальній зоні, [А/м];

θ - кут спостереження точки $M(\theta, R_0, \phi)$ у сферичних координатах, [град];

R_0 - відстань до точки M початку сферичної системи координат, [м];

ϕ - кутова координата проекції точки M на горизонтальну площину, [град];

N - кількість витків конічної спіралі;

λ_0 - довжина хвилі у вільному просторі, [м];

$\xi = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{сп}}}$ - коефіцієнт скорочення хвилі;

$\lambda_{\text{сп}}$ - довжина хвилі в проводі спіралі [м];

l_2, l_1 - довжина розтягнутого в лінію першого найбільшого та останнього найменшого витка конічної спіралі, відповідно, [м];

$S = \frac{2a_2 \tan \vartheta_1}{1 + \tan^2 \vartheta_1}$ - крок спіралі [м], відносно її від-

повідної довжини, L_z [м]; ϑ_1 - кут конуса навитої спіралі [град], що змінюється залежно від довжини спіралі L_z , [м].

На Фіг.1 показана схема запропонованої просторової однозаходної конічної спіральної антени з регульованою довжиною спіралі L_z по осі симетрії Z .

Розтягнута конічна спіраль (Фіг.1) має такі параметри: найбільший радіус витка, $a_2 = 0,08$ м; найменший радіус витка, $a_1 = 0,01$ м; кількість витків, $N = 10$; максимальна довжина спіралі, $L_z^{\text{max}} = 0,21$ м; кут конуса навитої спіралі, $\vartheta_{\text{min}} = 18^\circ$; радіус дрота, з якого навита спіраль $r_0 = 0,0015$ м.

На Фіг.2, в полярних координатах, показана теоретична діаграма спрямованості (крива 1), що має форму "тора". Таку ДС на практиці використовують як пошукову щодо встановлення факту існування в ефірі відповідного випромінювання. Крива 2 - експериментальна. Розбіжність між ними не перевищує 10%. ДС отримана для конічної спіралі з фіксованими параметрами, а саме: $a_1 = 0,01$ м; $a_2 = 0,08$ м; $\vartheta = 67,5^\circ$; $N = 10$; $\lambda_{\text{сп}} = 0,02$ м; $L_z = 0,03$ м.

На Фіг.3, в полярних координатах, показана теоретична діаграма спрямованості (крива 1) з максимумом випромінювання по осі симетрії спіралі. Таку ДС на практиці використовують як класичну радіопеленгаційну щодо визначення пеленгу на випромінювач за методом "максимум" сигналу. Крива 2 - експериментальна. Розбіжність результатів експериментів не перевищує 10%. ДС отримана на тій же конічній спіралі з фіксованими параметрами, а саме: $a_1 = 0,01$ м; $a_2 = 0,08$ м; $\vartheta = 50^\circ$; $N = 10$; $\lambda_{\text{сп}} = 0,02$ м; $L_z = 0,06$ м.

На Фіг.4, в полярних координатах, показана теоретична діаграма спрямованості (крива 1) з мінімумом прийому сигналів по осі симетрії спіра-

лі. Таку ДС на практиці використовують як класичну радіопеленгаційну щодо точного визначення пеленгу на випромінювач по методу "мінімум" сигналу. ДС приймає лійкоподібну форму з мінімумом амплітуди по осі симетрії спіралі. Крива 2 - експериментальна. Розбіжність результатів експериментів також не перевищує 10%. ДС отримана на тій же конічній спіралі з фіксованими характеристиками та параметрами, а саме: $a_1 = 0,01$ м; $a_2 = 0,08$ м; $\vartheta = 42^\circ$; $N = 10$; $\lambda_{\text{сп}} = 0,02$ м; $L_z = 0,08$ м.

Коефіцієнт перекриття за діапазоном спіральної антени можна розраховувати відповідно з рівнянням (7) [Юрцев О.А. и др. Спиральные антенны. - М.: "Сов. Радио", 1974. С.167]

$$K_n = \frac{f_{\text{max}}}{f_{\text{min}}}, \quad (7)$$

Де f_{max} - максимальна частота робочого діапазону, [МГц];

f_{min} - мінімальна частота робочого діапазону, [МГц].

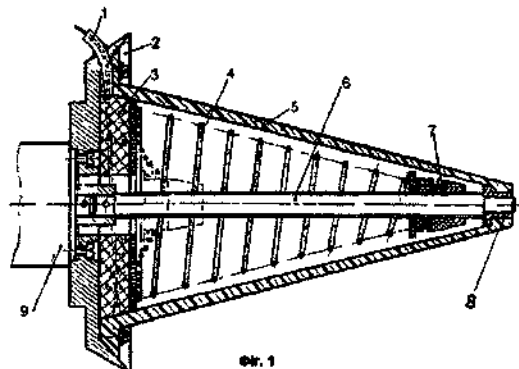
Запропонована однозаходна просторова конічна спіральна антена працює в такій смузі робочих коливань, а саме: максимальна частота $f_{\text{max}} \leq 5000$ МГц; мінімальна частота, $f_{\text{min}} \geq 600$ МГц.

Відповідно рівнянню (7) спіральна антена, що заявляється, має коефіцієнт перекриття робочого діапазону частот $K_n = 8,3$.

Використання запропонованої спіральної антени дозволяє формувати будь-яке поле випромінювання в дальній зоні, в тому числі і трьох відомих класичних радіопеленгаційних ДС (Фіг.2-4), а також розширити смугу робочих частот.

Спіральна антена, що заявляється, має такі габаритні та вагові характеристики: діаметр екрана $D_0 = 0,158 \pm 0,02$ м, довжина антени разом з автоматичним електромеханічним приводом регулювання $L = 0,255 \pm 0,025$ м, і вага $= 1,65 \pm 0,01$ кг.

Мобільність, незначні габарити, спроможність формувати на одній спіралі будь-яку ДС в найширшій смузі робочих коливань, роблять антену більш ефективною порівняно з існуючими, тому її можна використати в сучасних радіотехнічних системах для вирішення завдань радіозв'язку, радіонавігації, радіопеленгації, радіокеруванні, радіовимірюванні тощо.



Фіг. 1

7

5167

8

