

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ СПІРАЛЬНИХ АНТЕН В ОБЛАДНАННІ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ І СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

На даний момент в діапазоні сантиметрових і дециметрових, рідше в діапазоні метрових хвиль, широке застосування знаходять спіральні антени, електромагнітне поле випромінювання яких має обертову (кругову) поляризацію в напрямку своєї осі.

Зменшення завад від дощу здійснюється таким чином: якщо застосовують лінійно поляризоване поле і середня інтенсивність відбиття від дощу рівна інтенсивності сигналу від повітряної цілі або більша за неї, тоді цілі на фоні завад не буде видно на радіолокаційному індикаторі. Якщо в цьому випадку застосувати поле з круговою поляризацією, яке випромінює спіральна антена, то внаслідок симетрії капелі дощу поляризація відбитого дощем сигналу буде також круговою, але зі зворотнім напрямком обертання вектора E . Цей сигнал не буде прийнятий спіральною антеною. Сигнал, відбитий від повітряної цілі, буде прийнятий антеною, не дивлячись на зворотній напрямком обертання вектора E , так як внаслідок не симетрії цілі (літак, ракета) у відбиту хвилю будуть вводиться деполаризовані компоненти, які призведуть до утворення еліптичної поляризації з переважанням вертикальної або горизонтальної поляризації.

Циліндрична спіральна антена утворена провідником, розташованим в просторі по циліндричній гвинтовій лінії з кроком S і кількістю витків n . У конструкцію антени можуть входити також діелектричний каркас, на який намотується спіраль, або діелектричні розтяжки, які надають антені жорсткість. Циліндричні спіральні антени є ширококутовими та їх частотний діапазон може досягати 30% середньої частоти. Вхідний опір спіральних антен високий (100-160 Ом), і для їх живлення потрібно застосовувати ширококутові узгоджувальні пристрої або несиметричні фідери з великим хвильовим опором. Живлення циліндричної спіралі підводиться зі сторони екрану. Основним, найбільш поширеним режимом для роботи циліндричної спіральної антени, є режим випромінювання вздовж осі.

Якщо спіраль кріпиться на суцільному каркасі з діелектрика, тоді її розрахункові розміри повинні бути зменшені в корінь квадратний з діелектричної проникності разів. Спіраль намотується з дроту, трубки або суцільної стрічки. Як витки так і екран необов'язково робити круглими, їх можна робити квадратними або багатокутними. Як матеріал для спіралі й екрану зазвичай застосовують латунь та алюміній. Відстань від початку першого витка до екрану беруть рівною чверті робочої хвилі.

Ефект застосування спірального опромінювача для зменшення реакції дзеркала на опромінювач заснований на властивості спіралі приймати і випромінювати поле лише з одним напрямком обертання поляризації, який визначається геометрією спіралі. При відбитті від провідної поверхні (дзеркала) напрям обертання поляризації поля змінюється на протилежний, яке опромінювачем не може бути прийняте.

Перевагами спіральних антен є: ширококутовість, активний вхідний опір, простота конструкції і те, що вони працюють як з круговою, так і з лінійною поляризацією поля. При роботі на передачу спіральна антена випромінює поле з круговою поляризацією (право- або ліво-поляризоване), залежно від напрямку намотки спіралі (права поляризація в спіралі, яка утворює правий гвинт). При роботі на прийом вона приймає або поле кругової поляризації з напрямком обертання як і при передачі, або поле будь-якої лінійної поляризації.

До недоліків спіральних антен можна віднести: високий вхідний опір (порядку 100-160 Ом), який залежить від частоти і який потрібно узгоджувати з опором кабелів, що живлять, за допомогою спеціальних пристроїв; порівняно великий рівень бокових пелюсток (порядку 18 дБ) і неможливість отримання вузьких діаграм спрямованості.

Недоліки спіральної антени можуть бути усунені за допомогою решітки з спіралей, за допомогою дзеркала, лінзи або рупора, які збуджуються спіраллю.

Наведемо декілька сучасних прикладів щодо розробки спіральних антен.

1) Коротка спіральна антена використовується для портативного радіозв'язкового обладнання дециметрових хвиль, діаграма спрямованості якої лежить в горизонтальній площині і не спотворюється, коли корпус обладнання береться в руки тим або іншим чином. Антена являє собою двопровідну лінію передачі, намотану з невеликим кутом на циліндричну поверхню. У верхній частині другий (зовнішній) провідник розвернутий на 180° і ця частина провідника намотана вниз, утворюючи другу двопровідну лінію, розімкнуту на кінці. Ця частина другого провідника і верхня частина першого провідника утворюють напівхвильову дипольну антену, вкорочену завдяки спіральній навивці.

2) Використовуються в системах космічної навігації: виконуються у вигляді одного витка однозаходової дротової циліндричної спіралі, що має навантаження та закінчується узгоджувальним шлейфом. Навантаження виконується у вигляді одного плоского дротового витка, а узгоджувальний шлейф – у вигляді плоского дротового напіввитка.

3) Відома супутникова спіральна антена з робочою частотою 435 МГц. Циліндрична спіраль має довжину 2,4 м. Діаметр $1/3$ довжини хвилі випромінювання і складає 23 см. Відстань між витками якої $1/4$ довжини хвилі випромінювання дорівнює 17 см. Плоский рефлектор антени виконаний з зразків радіальних проворів довжиною $0,8\lambda=55$ см, прикріплюється до дротового кільця. Ширина ДС складає 30° , коефіцієнт підсилення – 15 дБ. Фідером являється коаксіальний кабель з хвильовим опором 75 Ом.

4) Спіральна антена для частот в районі 2,4 ГГц може бути розроблена та використана, наприклад, для швидкісних радіочастотних (S5-PSK, 1,288 Мбіт/сек), 2,4 ГГц безпроводних мереж та аматорських супутникових (AO40). Розвиток обладнання бездротових мереж дозволяє легко отримати високошвидкісний радіодоступ з використанням стандарту IEEE 802.11b (також відомого як WiFi).

5) Також спіральні антени широко використовуються в мобільних телефонах, як альтернатива мікросмужковим плоским антенам різних модифікацій (PIFA). Недоліком внутрішніх мікросмужкових антен є необхідність розробки окремої антени для кожного типу мобільного телефону, що сповільнює модернізацію і розробку нових апаратів. Спіральні антени універсальні, розробляються як окремий автономний елемент, зазвичай на вхідний опір 50 Ом, і це дозволяє конструктору вибрати потрібну антену із широкого набору розроблених спіральних антен лише за частотними характеристиками.

6) Циліндричні спіральні антени використовуються у радіорелейних станціях. Прикладом такого застосування є спіральні антени у венгерських аналогових радіорелейних станціях DM-400 діапазону 370-430 МГц.

7) Спіральні антени використовуються також і в переносних радіостанціях "ВЕБР-40/8" і "ВЕБР-160/9". Такі антени при малих габаритах (по відношенню до довжини хвилі) мають хороші технічні характеристики. До недоліків цих антен можна віднести їх вузьку смугу пропускання, наприклад, для антен діапазону 40 МГц смуга пропускання по КСХ=1,5 складає 0,2 – 0,5 МГц, а в діапазоні 160 МГц – 1,0 – 2,5 МГц. Кожна антена для переносної радіостанції настраюється на задану користувачем частоту з КСХ не менше 1,5. Налаштування проводиться зміною геометричних розмірів антени та узгоджувальним пристроєм, який передбачений в конструкції антени.

Таким чином, розвиток циліндричних спіральних антен триває й досі. Вони вдосконалюються як в методах проектування так і в розробці. Коло їх використання постійно збільшується.

МАТКОВСЬКА Катерина Олександрівна – магістр спеціальності „Радіотехніка” Вінницького національного технічного університету. Наукові інтереси: антенна техніка та пристрої НВЧ.

ОСТАПЮК Анна Андріївна – магістр спеціальності „Радіотехніка” Вінницького національного технічного університету. Наукові інтереси: антенна техніка та пристрої НВЧ.

СЕМЕНОВ Андрій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри радіотехніки Вінницького національного технічного університету. Наукові інтереси: антенна техніка та пристрої НВЧ. Тел. 0432-598-481, e-mail: semenov79@ukr.net