

## ЛЕКЦІЯ 5

### Основні вимоги до антен, що використовуються на РРЛ Основні види антен РРЛ зв'язку

#### **Основні вимоги до антен, що використовуються на РРЛ**

Вибір типу антени для РРЛ в основному визначається робочим діапазоном хвиль, ємністю лінії, від якої залежить ширина смуги робочих частот, а також схемою розподілу частот

У діапазоні метрових хвиль, звичайно використовуваних на лініях малої ємності, широко застосовуються багатовібраторні синфазні антени. На дециметрових хвилях, а також на лініях малої ємності можуть застосовуватися антени цих же типів, а також антени дзеркального (параболічного) типу.

Параболічні антени широко застосовують у дециметровому діапазоні на лініях середньої ємності. У сантиметровому діапазоні хвиль на лініях малої й середньої ємності застосовуються, головним чином, параболічні антени.

На магістральних РРЛ великій ємності й великій довжині, що працюють у сантиметровому діапазоні хвиль, застосовують параболічні, рупорно-параболічні, параболічні з винесеним випромінювачем і дводзеркальні антени. Як правило, одна антена РРЛ використовується одночасно для передачі й для прийому.

У цей час на РРЛ прямої видимості застосовуються передавачі потужністю 2-10 Вт й останнім часом 0,5Вт. Відстань між проміжними пунктами становить 40-60 км і висота щогл 50-100 м. При цьому для стійкого зв'язку необхідно, щоб коефіцієнт підсилення антени складав 1000-4000 (30-46 дБ). Звичайно антени дециметрових хвиль мають коефіцієнт посилення приблизно 30 дБ й антени сантиметрових хвиль 40-46 дБ. На магістральних РРЛ великій ємності застосовують двох частотну схему, що вимагає захисної дії антен не менш 65-70 дБ. Для збільшення перехідного загасання між трактами прийому й передачі, випромінюване й прийняте антеною поля повинні мати взаємно перпендикулярні поляризації. Для цього лінії живлення та випромінювач антени повинні бути виконані так, щоб було можна одночасно передавати й приймати хвилі з різною поляризацією, а діаграма спрямованості антени повинна бути асиметричною.

#### **Основні види антен РРЛ зв'язку**

На РРЛ порівняно широко застосовуються так називані рефлекторні параболічні антени. Така антена складається із дзеркала, що відбиває, і розташованого в його фокусі випромінювача рис.5.1.

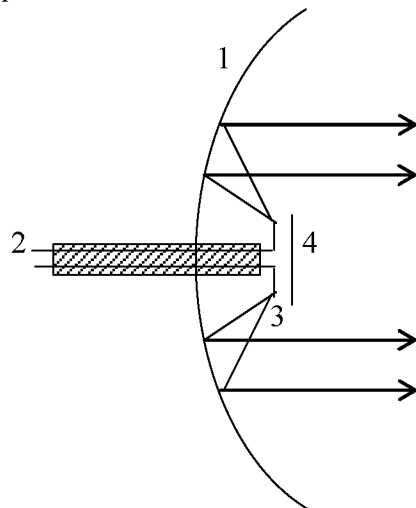


Рис.5.1.

- 1- дзеркало - відбивач (параболоїд обертання),
- 2- коаксіальний кабель,
- 3- симетричний вибратор,
- 4- рефлектор.

Дія параболічного дзеркала полягає в тім, що електромагнітна хвиля, випромінювана випромінювачем, що перебуває у фокусі дзеркала, досягши поверхні дзеркала, відбивається від нього й направляється зворотно до виходу дзеркала вже у вигляді плоскої хвилі. Коефіцієнт підсилення  $G$  параболічної антени з випромінювачем у вигляді елементарного вібратора дорівнює

$$G = 4\pi \cdot (S_0 / \lambda^2) \cdot K_{\text{п}},$$

де:  $S_0 = 4\pi \cdot R_0^2$  – площа розкриву параболоїда з радіусом  $R_0$ ;

$K_{\text{п}}$  – коефіцієнт використання поверхні розкриву параболоїда, що враховує нерівномірність розподілу фаз й амплітуд поля в розкритті. Практично цей коефіцієнт дорівнює  $0,5 \div 0,6$ .

### Рупорно-лінзова антена.

Вона являє собою сполучення металевого рупора й спеціальної лінзи, дія якої аналогічна діям оптичної лінзи.

Принципово можливе використання як антена тільки одного рупора без лінзи.

Зрівнювати фазу сигналу на виході рупорної антени можна, або використанням лінз, або застосуванням сектора параболоїда обертання.

У першому випадку антена буде рупорнолінзова, у другому рупорно-параболічна.

У рупорнолінзових антенах застосовують два типи лінз - металодіелектричні й металеві.

Металодіелектричні лінзи власне кажучи мало відрізняються від оптичної лінзи

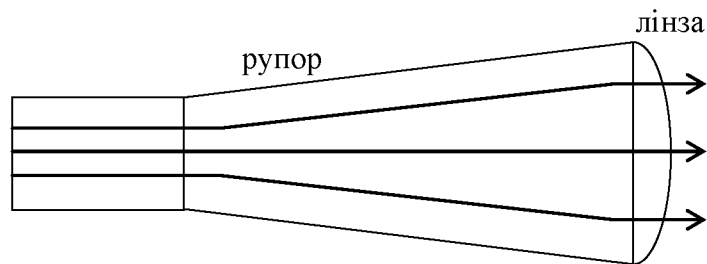


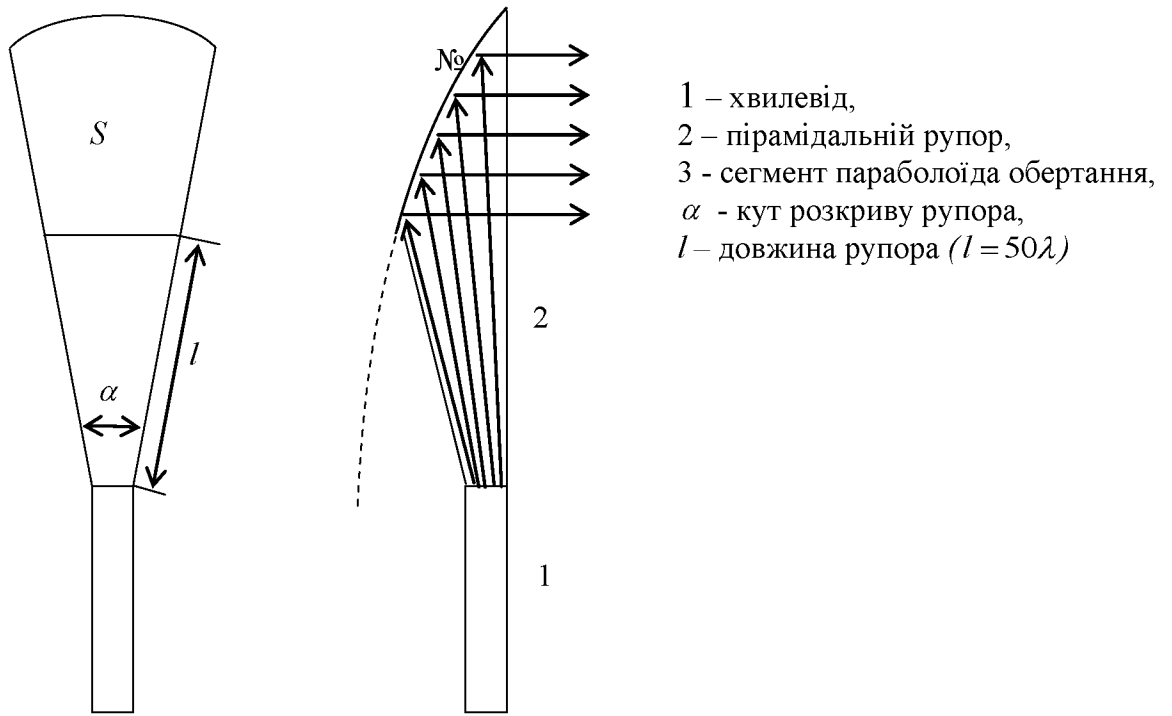
Рис.5.2.

### Рупорно-параболічна антена

Ця антена являє собою комбінацію із частини параболоїда обертання й пірамідального рупора, вершина якого збігається з фокусом параболоїда рис.5.3

З'єднання рупора, що опромінює, з параболічним дзеркалом у єдину металеву систему дозволяє зменшити величину бічних пелюстків і тим самим підвищити коефіцієнт захисної дії антени. Профіль дзеркала розраховується таким чином, щоб його фокус збігся з фазовим центром рупора.

РПА має дуже широку смугу пропускання. Вона одночасно може працювати в трьох широких смугах частот у діапазонах 4,6 й 11 ГГц по своїх електричних властивостях вона не уступає високоякісним лінзовим антенам, у той же час вони конструктивно простіше й набагато дешевше. У зв'язку із цим ці антени зараз одержали досить широке застосування на багатостовбурних багатоканальних РРЛ зв'язку.

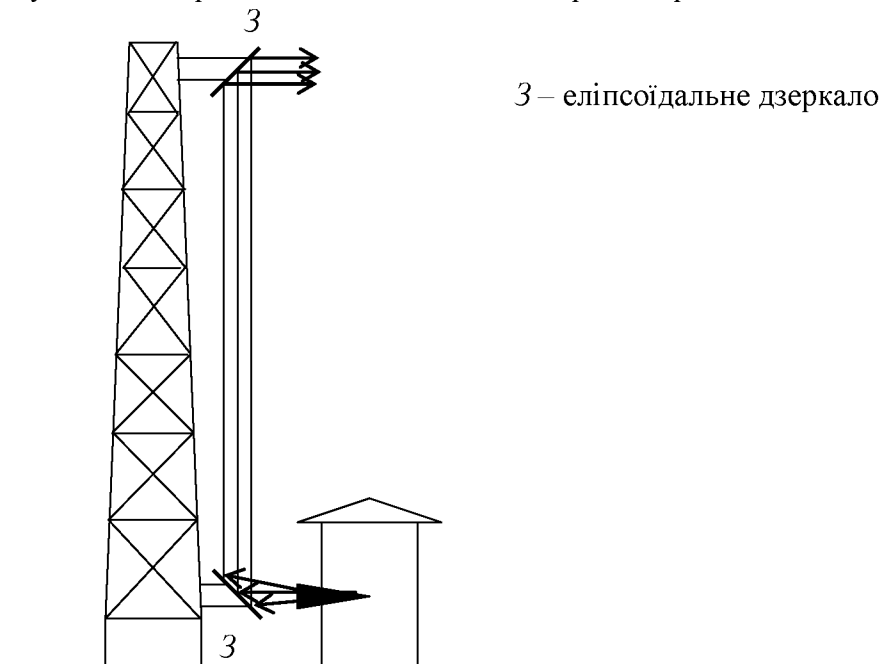


- 1 – хвилевід,
- 2 – пірамідальний рупор,
- 3 - сегмент параболоїда обертання,
- $\alpha$  - кут розкриву рупора,
- $l$  – довжина рупора ( $l = 50\lambda$ )

Рис.5.3

### Перископічна антенна система

Застосування цієї системи усуває необхідність використання довгих фідерних ліній для передачі енергії до антени. Така антенна система складається з гостроспрямованої антени (нижнє дзеркало), розміщеної в поверхні землі, і дзеркала - перевипромінювача, встановленого на вершині вежі. Це дзеркало (звичайно плоске) повертає головний максимум діаграми спрямованості антени в потрібному (горизонтальному) напрямку. Нижня гостроспрямована антена може бути будь-якого типу. Найчастіше застосовується антена із дзеркалами у вигляді параболоїда або еліпсоїда обертання рис.5.4.

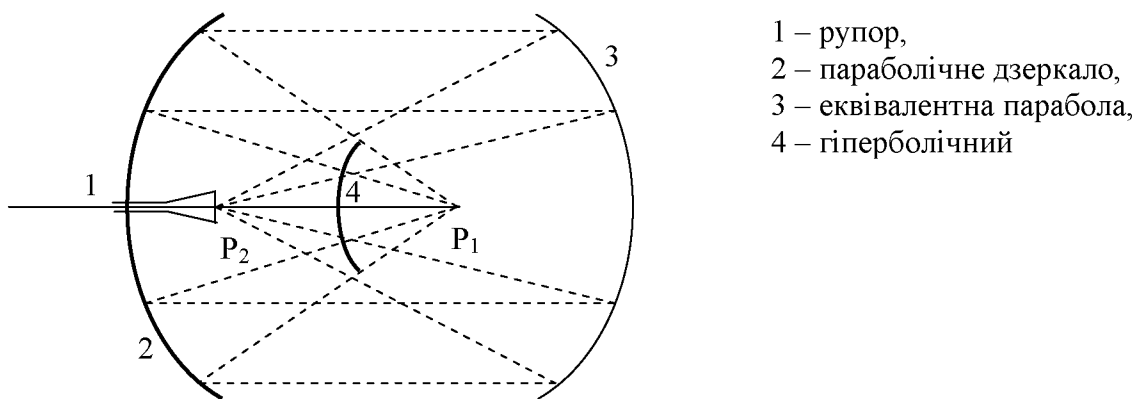


- 3 – еліпсоїдальне дзеркало

Рис.5.4

Коефіцієнт захисної дії перископічної системи антен становить  $54 \div 55$  дБ, що не дозволяє використовувати ці антени при двохчастотному плані. Крім того, ця система сильно піддана впливу від опадів і механічної деформації.

### Антенна Кассергена



- 1 – рупор,
- 2 – параболічне дзеркало,
- 3 – еквівалентна парабола,
- 4 – гіперболічний

Рис.5.5

### Антени пасивної ретрансляції для РРЛ

У гірській або горбкуватій місцевості для забезпечення прямої радіовидимості. Відомі три види пасивної ретрансляції: відбита, заломлююча й ретрансляція типу перешкода.

### Антени для космічного радіозв'язку

Підрозділяються на антени земних станцій і бортові антени.

Вимоги, пропоновані до антен земних станцій:

1. Тому що бортові антени мають широку діаграму спрямованості й відповідно малий  $G$ , а також завдяки великому видаленню супутника від антени земної станції, останні повинні мати досить великі коефіцієнти підсилення ( $50 \div 55$  дБ).

2. На космічних лініях радіозв'язку застосовують високочутливі приймачі з мал шумливими вхідними пристроями. При цьому шуми, створювані антеною й фідерним трактом, можуть виявитися порівнянними із власними шумами приймача або навіть перевершувати їх. Тому антенна температура й шумова температура фідерного тракту повинні бути мінімальними.

3. Антени земних станцій повинні забезпечувати керування діаграмою спрямованості ШСЗ. Із цією метою вони повинні забезпечуватися поворотними пристроями й системами керування ними.

Антени земних станцій для зв'язку з ШСЗ і для космічного радіозв'язку є складними інженерними спорудженнями. Приблизно 50 % вартості встаткування земної станції для зв'язку через ШСЗ доводиться на антенний пристрій.

Антенна температура  $T_A$  росте при зменшенні  $\Delta_{\text{макс}}$  (кут між напрямком максимального випромінювання й горизонтальною площиною). Через збільшення поглинання радіохвиль у прилягаючим до Землі шарах атмосфери й через прийом шумів теплового випромінювання Землі. Крім того, при малих кутах  $\Delta_{\text{макс}}$  ефективна шумова температура антени може підвищуватися через прийом антеною сигналів різних земних радіостанцій, перешкод промислового походження й хвиль, відбитих від різних місцевих предметів. Із цих причин при космічному радіозв'язку кут  $\Delta_{\text{макс}}$  повинен бути не менш ( $7 \div 10$ ) $^\circ$ .

Тракт живлення антени також вносить значний вклад у сумарну шумову температуру прийомного пристрою. У випадку тракту з малим загасанням збільшення втрат у ньому на 1

дБ еквівалентно збільшенню шумової температури тракту на  $70^\circ \text{K}$ . При цьому, однак, варто мати на увазі, що шумова температура тракту не може перевершувати температуру навколишнього простору.

Тому що втрати в тракті ростуть зі збільшенням його довжини, то прагнуть скорочувати довжину хвилеводів, що підводять електромагнітну енергію від антени до приймачів, і виконувати елементи тракту з урахуванням одержання мінімальних втрат. У результаті цього втрати у ВЧ тракті антена-приймач становить  $0,1 \div 0,2$  дБ.

Антенна для космічного радіозв'язку іноді захищає від надмірного вітрового навантаження, від дії сонячних променів, дощу, льоду й снігу ковпаками, виконаними з радіопрозорого матеріалу. Однак радіопрозоре вкриття збільшують антенну шумову температуру, що порозумівається тепловими втратами в ньому, а також деяким збільшенням бічних пелюстків. Особливо сильно зростає антенна температура за рахунок радіопрозорого вкриття при наявності опадів.

Основною характеристикою антени земної станції системи зв'язку через ШСЗ є величина відносини коефіцієнта підсилення антени ( $G$ ) до антеною температурі ( $TA$ ). Сучасні антени для двостороннього багатоканального зв'язку за допомогою ШСЗ мають відношення  $G/TA \approx 39 \div 41$  дБ. Діаметр розкриву цих антен становить  $D = 25 \div 28$  м.

Антени земних станцій для однобічного зв'язку через ШСЗ (наприклад "Орбіта") при  $D \approx 12$  м мають  $G/TA \approx 32$  дБ.