

## Лабораторна робота № 3

### Вивчення конструкції елементів хвилеводних трактів

Мета роботи: вивчення конструкції, параметрів і способів використання хвилеводів, кутів і відгалужувачів трактів мікрохвильового діапазону.

#### 3.1 Короткі теоретичні відомості

Хвилеводний тракт є одним з видів ліній передачі електромагнітної енергії. Цей вид ліній передачі широко застосовується в мікрохвильовій техніці. При конструюванні будь-якої лінії передачі, у тому числі і хвилеводної, враховуються умови, в яких вона використовуватиметься. Практично рідкісні випадки, коли хвилеводна система складається тільки з прямолінійного безперервного і однорідного по перетину хвилеводного тракту.

Хвилеводні системи є досить складними комплексами різних елементів, кожний з яких має своє призначення. При розгляді прикладів конструкції і роботи кожного з елементів передбачається, що по хвилеводному тракту, в який включений даний елемент, розповсюджується хвиля  $H_{10}$ , оскільки її поле має досить просту конфігурацію і найчастіше використовується на практиці.

Розглянемо конструкцію і принцип дії деяких хвилеводних елементів і простих пристроїв, які використовуються в хвилеводній системі.

*Хвилеводи* служать лініями для передачі надвисокочастотної енергії по лінії (рис. 3.1). Розмір перетину хвилеводу визначається довжиною хвилі  $\lambda$ . При цьому розміри перетину хвилеводу вибираються із співвідношення (рис. 3.1)

$$a = k \frac{\lambda}{2} \quad b = k \frac{\lambda}{4}, \quad k = 1, 2, \dots \quad (3.1)$$

У області сантиметрового діапазону множники  $k$  вибираються рівними одиниці. В області міліметрових хвиль можна вибирати  $k = 2, 3, \dots$  і більше.

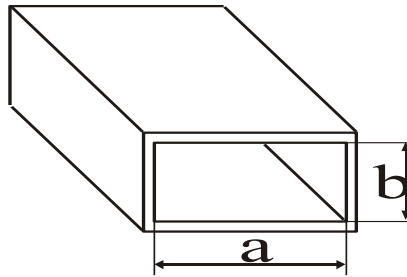
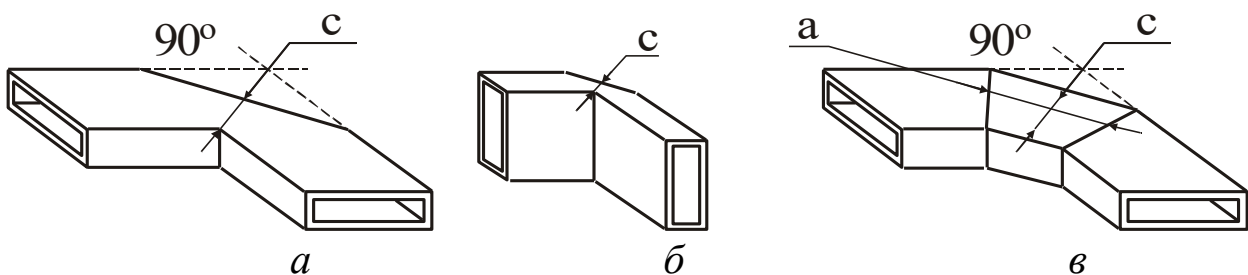


Рисунок 3.1 - Прямокутний хвилевод

Хвилеводні вигини і кути служать для зміни напрямку розповсюдження електромагнітної енергії. Якщо напрямок розповсюдження змінюється в площині електричного вектора, вигини і кути називаються Е-площинними і, відповідно, Н-площинними, якщо напрямок розповсюдження змінюється в площині магнітного вектора Н.

Вигини і кути, як і інші неоднорідності в хвилеводі, викликають появу відбитих хвиль, чим погіршуються умови узгодження хвилеводу. Для отримання малих віддзеркалень від вигинів в широкій смузі частот радіус вигину повинен бути не менше 2...3-х довжин хвилі в хвилеводі. При виконанні цієї умови вигин матиме таку ж смугу пропускання, як і основний хвилевод. На відміну від вигинів, кути мають менші габарити і є більш технологічними. Проте їх смуга пропускання не перевищує величину 10%. На рисунку 3.2 показані скомпенсовані Е-, і подвійний Н-площинний кути. Відбиті від кута хвилі компенсуються підбором відстані  $c$  або довжини вигину, рівній ширині хвилеводу  $a$  при необхідному куті  $Q$  загибу хвилеводу в подвійному куті.



$a$  - скомпенсований Н-куток;  $b$  скомпенсований Е-куток;  
 $v$  - подвійний Н-куток

Рисунок 3.2 – Різновиди кутів хвилеводів

Направлені відгалужувачі служать для відведення з основного хвилеводу деякої частини енергії, що проходить, величина якої визначається коефіцієнтом зв'язку відгалужувача. Найпростіша конструкція відгалужувача є двома хвилеводами з однією спільною

стілкою, електромагнітний зв'язок між якими здійснюється за допомогою двох отворів, розташованих на відстані  $\lambda/4$ . Хвилеводи можуть мати загальною як широку, так і вузьку стінку. Частіше застосовуються відгалужувачі із загальною вузькою стінкою (рис. 3.3).

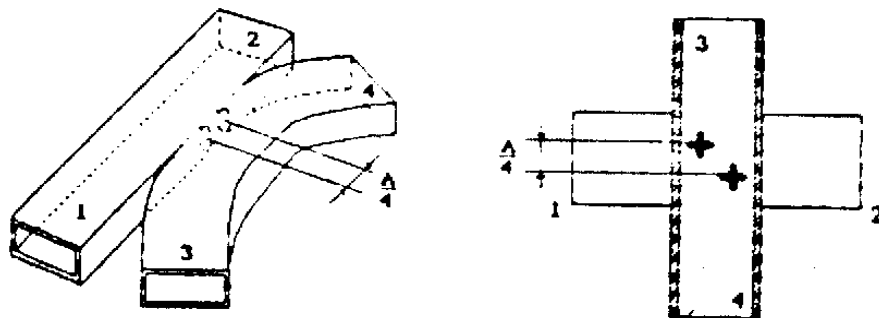


Рисунок 3.3 - Направлені відгалужувачі з двохдірчастим переходом і хрестоподібними щілинами

Принцип роботи відгалужувача полягає в наступному: падаюча хвиля з боку входу 1 послідовно порушує отвори зв'язку, причому другий отвір збуджується із запізнюванням по фазі на  $90^\circ$  щодо першого за рахунок різниці ходу на  $\lambda/4$ . Хвилі, збуджені отворами в допоміжному хвилеводі, розповсюджуються в ньому до виходів 3 і 4, при цьому хвилі, що розповсюджуються до виходу 3 взаємно знищуються, оскільки при однакових отворах їх амплітуди рівні, а результуюча різниця фаз дорівнює  $180^\circ$ . Хвилі, що розповсюджуються у напрямі виходу 4, складаються. Величина, форма і розташування отворів щодо осі хвилеводу визначають частку енергії, відбирану з основного хвилеводу, тобто визначають коефіцієнт зв'язку.

Зв'язок за допомогою двох отворів відрізняється малим впливом відгалужувача на розповсюдження хвиль в основному хвилеводі. Тому в практичних конструкціях, зв'язок між хвилеводами відгалужувача часто виконується у вигляді декількох отворів, розташованих на відстанях, менших  $\lambda/4$  або за допомогою щілин: довгих або хрестоподібних. Такі зв'язки забезпечують більш постійний коефіцієнт передачі по потужності в достатньо широкій смузі частот.

Два пересічні хвилеводи із зв'язком по широкій стінці у вигляді двох хрестоподібних щілин утворюють направлений відгалужувач

(рис. 3.3).

Розглянуті прості хвилеводні елементи дозволяють складати злагоджені відрізки ліній передачі, які при різному поєднанні можуть утворювати багатоканальні хвилеводні тракти. В цьому випадку виникає необхідність вирівнювання амплітуд і фаз сигналів, що розповсюджуються в окремих каналах таких систем обробки. Для цього можуть бути використані такі прості хвилеводні пристрої як хвилеводний атенюатор і підлаштовуючий фазообертач, загальний вид яких представлений на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 - Атенюатор і фазообертач

У конструкції атенюатора використовується пластина з полікору, поміщена в порожнині хвилеводу. Залежно від глибини занурення змінюється величина поглинання електромагнітного поля, що розповсюджується в хвилеводі. Кінематичний вузол і стопорний механізм забезпечує фіксацію занурення при заданому послабленні сигналу.

У фазообертачі фторопластова пластина розташована уздовж вузької стінки хвилеводу і може бути зафіксована в будь-якому місці напівширини широкої стінки хвилеводу. Найбільша взаємодія такої неоднорідності з хвилею, що розповсюджується, буде в центрі хвилеводу і фазовий зсув, що вноситься, тоді буде максимальним. Діапазон фазових зсувів, що вводяться, звичайно не перевищує однієї довжини хвилі в хвилеводі.

Розглянуті елементи і прості пристрої хвилеводного тракту дають загальне уявлення про передачу сигналу по фідерному тракту від антени до приймача або від передавача до антени.

Зовнішній вигляд деяких елементів хвилеводних трактів показаний на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 - Зовнішній вигляд деяких елементів хвилеводних трактів мікрохвильового діапазону

### 3.2 Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію, паспортні дані, виміряти геометричні розміри перетинів хвилеводів і інших елементів хвилеводних трактів.
2. Використовуючи формулу 3.1 розрахувати довжину хвилі, на якій працюють запропоновані елементи хвилеводних трактів.
3. Зібрати хвилеводний тракт із запропонованих елементів для передачі енергії хвилі мікрохвильового діапазону з генератора в навантаження.

### 3.3 Зміст звіту

1. Номер і тема, мета роботи.
2. Опис конструкції елементів хвилеводних трактів.
3. Розрахунки довжини хвилі для кожного з елементів.
4. Блок-схема мікрохвильового пристрою, який зібрано з елементів.

### 3.4 Контрольні питання

1. Дайте короткий опис конструктивного виконання хвилеводних вигинів і кутів.
2. Дайте короткий опис принципу дії направленої відгалужувача.
3. Навіщо застосовують посріблені хвилеводи?
4. Який принцип дії фазообертача?
5. Який діапазон фазових зсувів, що вводяться фазообертачем?