

Лабораторна робота №4

НВЧ атенюатори

Мета роботи:

1. Ознайомлення з видами та будовою механічних НВЧ атенюаторів.
2. Практичне ознайомлення з принципами градуювання атенюаторів.

1 Короткі теоретичні відомості

Атенюатори – чотириполюсники, що забезпечують плавну чи дискретну зміну внесеного послаблення від мінімального значення A_{\min} до максимального A_{\max} .

Матриця розсіяння ідеального атенюатора має вигляд

$$S = \begin{pmatrix} 0 & e^{-L-i\varphi} \\ e^{-L-i\varphi} & 0 \end{pmatrix},$$

де $L = 10^{A/20}$, φ – зсув фази хвилі в атенюаторі. Значення внесеного послаблення визначається як $A = 10 \lg(P_{in}/P_{out})$, де P_{in}, P_{out} – потужності хвилі на вході та виході атенюатора.

Рівність нулю діагональних елементів матриці розсіяння означає, що атенюатор має бути узгоджено у кожному плечі. При конструюванні реальних атенюаторів вимагається, щоб затування у робочій смузі залишалось постійним, коефіцієнти відбиття у плечах не перевищували заданих значень, а зсув фази φ був пропорційний до частоти (бездисперсійний атенюатор). Часто потрібно плавно регулювати затування – це змінний атенюатор. У цьому випадку зсув фази має якомога менше залежати від послаблення.

Принцип дії більшості атенюаторів базується на введенні у відрізок лінії передачі поглинаючих тіл (рисунок 4.1, а).

Переміщення цих вкладок з області слабого електричного поля в область сильного дозволяє змінити затування. Однак при цьому сильно змінюється зсув фази. Використовують також поляризаційні атенюатори (рисунок 4.1, б), у яких поглинаючу пластину розташовано у круглому хвилеводі. Її обертають відносно площини поляризації хвилі H_{11} , фіксацію положення якої здійснюють ребром до стінки хвилеводу.

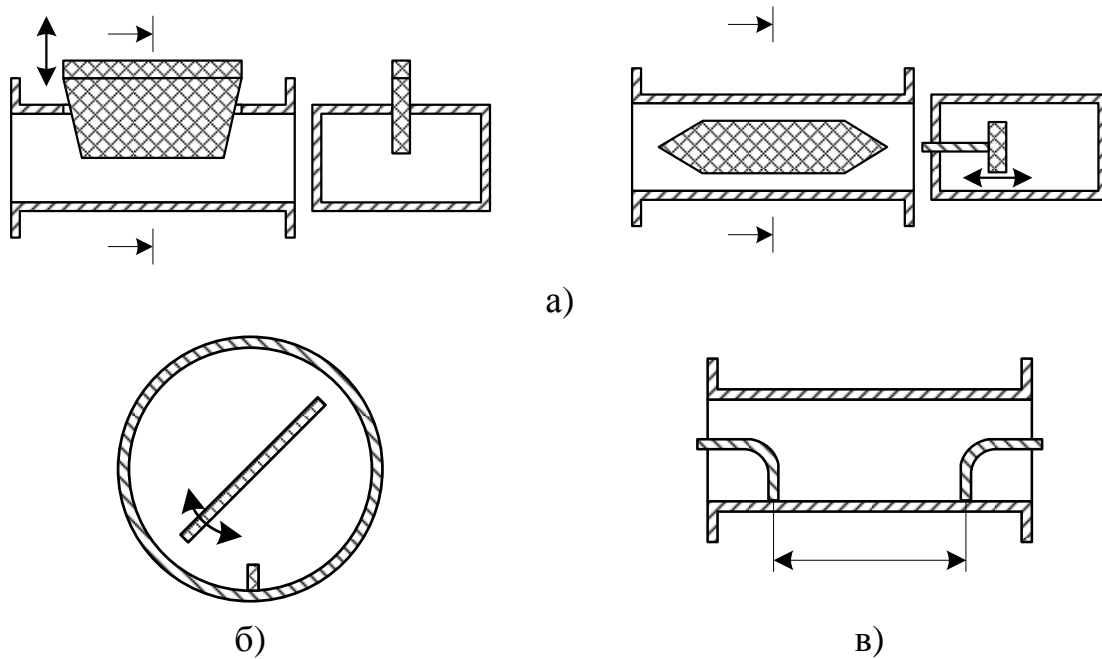


Рисунок 4.1 – Атенюатори: з рухомих поглинаючим тілом (а), поляризаційний (б), позамежний (в)

Для створення змінних атенюаторів також широко використовують явище експоненційного затухання хвилі у позамежному хвилеводі. Основу такого позамежного атенюатора становить відрізок позамежної лінії передачі регульованої довжини (рисунок 4.1, в).

На рисунку 4.2 показано схеми коаксіальних атенюаторів на базі відрізка круглого хвилеводу змінної довжини та малого діаметра, у якому хвилі всіх типів є непоширюваними.

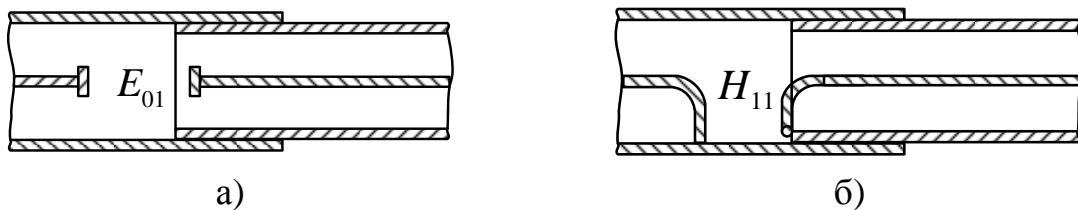


Рисунок 4.2 – Позамежні коаксіальні атенюатори

У схемі рисунка 4.2, а у позамежному круглому хвилеводі збуджується хвиля E_{01} за допомогою ємнісного зонду, а у схемі рисунка 4.2, б – хвиля типу H_{11} за допомогою петлі зв'язку. Послаблені коливання цих хвиль приймаються на другому кінці круглого хвилеводу ємнісним зондом чи петлею зв'язку, що з'єднані з коаксіальним хвилеводом. Оскільки послаблення атенюаторів на позамежних хвилеводах прямо пропорційне до довжини відрізка позамежного хвилеводу, тому його можна змінювати у широких межах.

Поза межні коаксіальні атенюатори не узгоджені, адже послаблення у них обумовлено відбиттям від входів. Перевагами таких атенюаторів є відсутність потреби у калібруванні, оскільки стала затухання у поза межньому хвилеводі розраховується аналітично, а недоліком – відсутність узгодження зі сторони обох плечей. Для узгодження цих входів у схеми поза межніх атенюаторів вводять поглинаючі елементи, зокрема резистори.

2 Лабораторна установка

До складу лабораторної установки входять: панорамний вимірювач КСХН і послаблення; НВЧ-атенюатори; допоміжні пристрої.

3 Хід виконання роботи

3.1 Підготуйте панорамний вимірювач КСХН до роботи у смузі його робочих частот.

3.2 Встановіть на шкалу досліджуваного атенюатора шаблон шкали.

3.3 Складіть НВЧ тракт панорамного вимірювача для вимірювання послаблення та підключіть до нього досліджуваний атенюатор.

3.4 Відкалібруйте досліджуваний атенюатор на першій із заданих частот, встановлюючи ним послідовні значення послаблень та наносячи риси на шаблон шкали, з вказівкою відповідного значення послаблення.

3.5 Повторіть калібрування атенюатора для решти заданих частот. Для кожної частоти використовуйте новий шаблон шкали.

Примітка: 1) частоти, на яких здійснюватиметься калібрування, задає викладач;

2) крок зміни послаблення обирайте, беручи за основу шкали серійних атенюаторів.

4 Оцінка похибок вимірювань

Оцінити похибку усередненої градуовальної характеристики (див. п. 5).

5 Розрахункове завдання

Використовуючи результати, отримані при виконанні п. 3.4, 3.5 побудуйте усереднену градуовальну характеристику досліджуваного у лабораторній роботі атенюатора.

6 Вимоги до звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- 1.Коротке описання мети і методики проведення роботи.
- 2.Перелік використаних приладів.
- 3.Результати вимірювань за п. 3.4, 3,5.
- 4.Оцінка похибок вимірювань.
- 5.Розрахункове завдання.
- 6.Висновки.

7 Контрольні питання

- 1.Що таке атенюатор?
- 2.Яка матриця розсіювання у ідеального атенюатора?
- 3.Який фізичний зміст такої матриці?
- 4.Дайте визначення внесеного послаблення.
- 5.Які вимоги до матриці розсіювання реальних атенюаторів?
- 6.Опишіть будову та принцип роботи атенюатора з рухомим поглинаючим тілом.
- 7.Для чого потрібні скоси на краях поглинаючої вставки у такого атенюатора?
- 8.Опишіть будову та принцип роботи поляризаційного атенюатора.
- 9.Опишіть будову та принцип роботи позамежного атенюатора.
- 10.Які переваги та недоліки таких атенюаторів?