

### ЖОЛОБКОВИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ

Висока динаміка розвитку засобів радіотехніки тісно пов'язана із застосуванням технологій сантиметрових і міліметрових довжин хвиль, яким відповідають частоти від 0,3 до 300 ГГц. Ці радіохвилі формують так званий мікрохвильовий діапазон. Освоєнню більш короткохвильового діапазону відповідає висока завантаженість метрового і більш довгохвильових діапазонів довжин хвиль, де йде постійне нарощування обсягів інформації, що передається. Одним із таких прикладів є жолобковий хвилевод, який має ряд переваг перед іншими НВЧ структурами при освоєнні цього діапазону. Аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень хвилеводу в міліметровому та сантиметровому діапазоні довжин хвиль показує, що цей хвилевод, порівняно з іншими, має:

- більшу широкосмуговість;
- малі погонні втрати;
- високий допустимий рівень прохідної потужності;
- високу технологічність виготовлення.

Тому його дослідження має важливе значення для подальшого створення елементної бази на його основі.

Всі його переваги були підтверджені розрахунками. На основі розрахунків побудована залежність критичної довжини хвилі основного типу коливань в хвилеводі від його геометричних розмірів.

Були також обчислені критичні довжини хвиль за допомогою дисперсійних рівнянь першого та другого наближень методу часткових областей. Одна з переваг жолобкового хвилеводу – порівняно малі погонні втрати. Зниження погонних втрат у хвилеводі, порівняно з прямокутним хвилеводом пов'язано зі збільшенням розмірів поперечного перерізу і зі зменшенням довжини хвилі, що відповідає мінімальному згасанню, в область більш коротких значень.

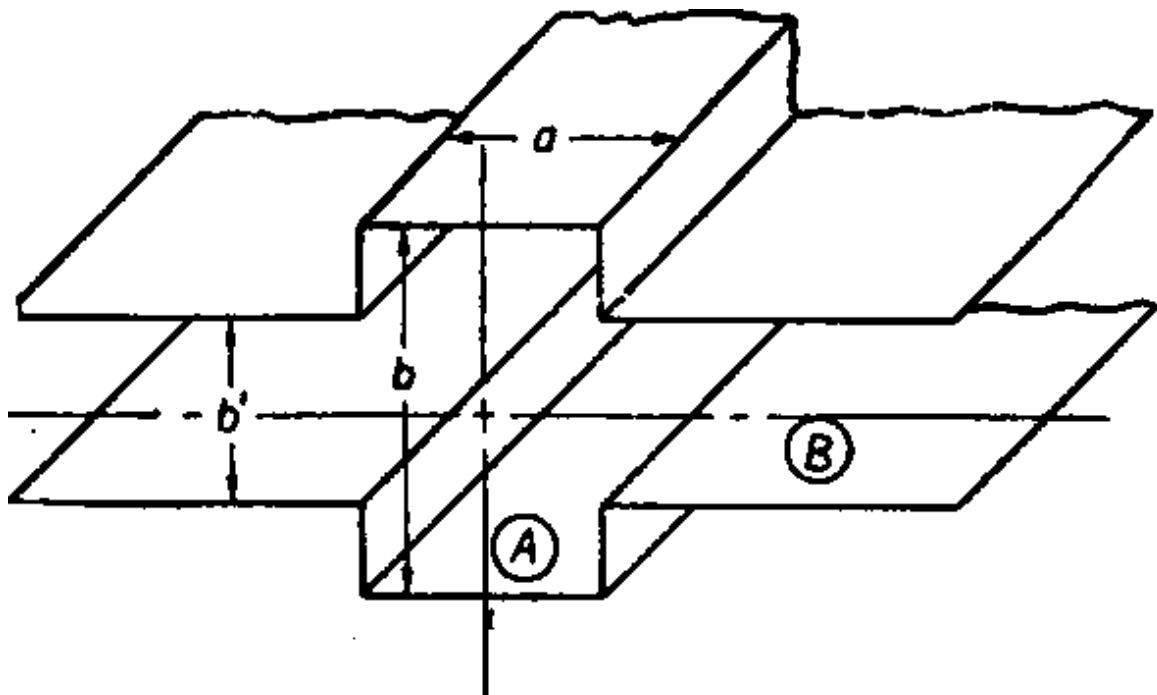


Рис. 1. Схема конструкції жолобкового хвилеводу

Найпоширенішим методом аналізу регулярного ЖХ є метод поперечного резонансу або метод часткових областей. Суть методу полягає у розбитті складного поперечного перерізу хвилеводу на прості області, поля в яких можуть бути описані нескінченним набором ортогональних власних функцій. Розв'язок хвилеводної задачі для складної структури знаходиться з урахуванням неперервності поля на поверхнях розподілу часткових областей, тобто складанням відповідних тангенціальних до цих поверхонь компонент поля. По плоскопаралельному хвилеводу можна передати потужність більшу, ніж по прямокутному, завдяки тому, що площа поперечного перерізу хвилеводу більша.

На рисунку 1 показані всі необхідні розміри для хвилеводу і компоненти для хвиль типу TE, а також наведена еквівалентна схема для аналізу поперечного резонансу. Виділено три області: область жолобка А і

дві бічні області В з швидким спадання поля, відокремлені від А площинами, що містять краї жолоба. Оскільки перетин симетрично щодо осі  $x$ , досить розглянути тільки одну половину хвилеводу. Надалі для зручності аналізу припускаємо, що ширина бічних пластин нескінченно велика. Оскільки хвилевід має однорідне діелектричне заповнення, повна система власних хвиль складається з типів ТЕ і ТМ. При кінцевій ширині жолобкового хвилеводу слід враховувати також хвилю ТЕМ. У разі ідеального збудження жолобкової хвилі ТЕ хвиля ТЕМ не порушується, і в будь-якому разі її можна легко контролювати за допомогою поперечної металевої або поглинаючої пластини, розташованої в центрі. Така перегородка не впливає на цікаву для нас хвилю типу ТЕ.

Строго кажучи, щоб задовольнити граничним умовам на краях прямокутного жолоба для будь-якого типу коливань, потрібний нескінченний набір хвиль, які є непарними гармоніками по  $b$  в області А, і точно так само по  $b'$  в області В. Для аналізу ж переважаючих хвиль ТЕ і ТМ методом поперечного резонансу зручніше розглядати відповідну еквівалентну схему для неоднорідності. З досвіду відомо, що для дрібного жолоба вплив країв жолоба малий в порівнянні з тим впливом, який дає відмінність в характеристичних імпедансів двох частин перерізу хвилеводу. Тому в наближенні еквівалентна схема виглядає так, як показано на рисунку 1. Необхідно мати на увазі, що цей спрощений аналіз справедливий для частот, на яких всі порушені вище гармоніки по  $b$  являються сильно закритичними.

Після певних досліджень і розрахунків можна судити що, розподіл поля в поперечному перерізі, що відповідає наближеним рішенням для відкритого хвилеводу, не залежатиме від частоти, так само як для закритих хвилеводів з однорідним діелектричним заповненням. У конструкції з дрібним жолобом величина  $b'$  близька до  $b$  і значення  $\lambda_{кр} \approx 2b' \approx 2b$ .

Це означає, що в конструкції з дрібним жолобом критична довжина хвилі жолобкової моди приблизно дорівнює критичній довжині хвилі ідеальної слабо затухаючої моди ТЕ в плоскопаралельній лінії приблизно з такою ж відстанню між пластинами. Насправді більш детальніший аналіз показав би, що  $2b' \leq \lambda_{кр} \leq 2b$ .

Жолобковий хвилевод належить до перспективних структур міліметрового і субміліметрового діапазонів хвиль. Дослідження проведені з ЖХ, що має прямокутну форму жолобків. Це можна пояснити зручністю такої форми для теоретичного аналізу, простотою виготовлення хвилеводу і пристроїв на його основі. Багато переваг ЖХ впливає з його відносно великих поперечних розмірів, це: низькі втрати, високий рівень потужності, що передається, простота виготовлення, відсутність жорстких вимог до якості фланцевих з'єднань. Варто зазначити, що такими ж перевагами володіють і інші "надрозмірні" хвилеводи, наприклад, круглий чи прямокутний, але практично всі вони є багатомодовими, що створює серйозні проблеми при їх використанні. Розрахунки дають можливість оцінювати параметри випромінюючих однорідностей в жолобкових хвилеводах і будувати на їх основі лінійні випромінювачі.