

ПАРАМЕТРИЧНО-РЕЗОНАНСНІ ВЗАЄМОДІЇ ПОВЗДОВЖНІХ ХВИЛЬ У ЕЛЕКТРОННО- ХВИЛЬОВОМУ ЛАЗЕРІ НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю.

Теоретичну модель параметричних електронно-хвильових двопотокових супергетеродинних лазерів на вільних електронах (ДСЛВЕ) (див. рис.1) уперше було запропоновано в роботі [1]. Було показано, що на базі таких пристроїв можливо створювати підсилювачі потужності мм-ІЧ діапазонів з малим рівнем шуму. Однак детального аналізу фізичних процесів у таких електронно-хвильових ДСЛВЕ в [1] проведено не було.

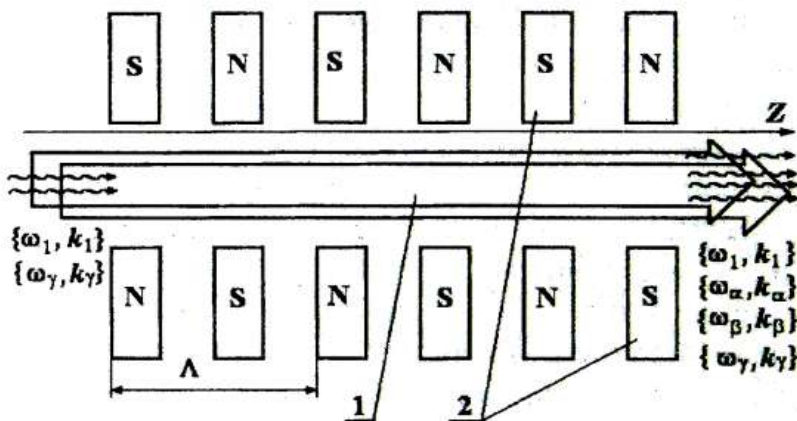


Рисунок 1 – Схема секції підсилення електронно-хвильового ДСЛВЕ: 1 – двошвидкісний релятивістський електронний пучок; 2 – ондулятор

Головна відмінність параметричних електронно-хвильових ДСЛВЕ (від традиційних квазілінійних) полягає в тому, що в даній системі реалізується два нелінійно пов'язаних між собою параметричних резонанси. Перший резонанс має місце між поперечною електромагнітною хвилею, поперечним Н-убітронним магнітним полем (або поперечною електромагнітною хвилею накачки) та

повздовжньою хвилею просторового заряду (робочої ХПЗ). У другому випадку взаємодіють три повздовжні ХПЗ, принаймні одна з яких характеризується частотою більшою критичною. Обидва параметричних резонанси пов'язані між собою загальною робочою хвилею ХПЗ. Зазначимо, що в двошвидкісному релятивістському електронному пучку збуджуються чотири типи хвиль просторового заряду. Це призводить до того, що в досліджуваній системі стає можливим існування значна кількість можливих режимів роботи приладу, які відрізняються один від одного типами повздовжніх хвиль, що приймають участь у другому з параметричних резонансів. Детальному аналізу цих режимів і присвячена дана робота.

В роботі побудовано квадратично-нелінійну теорію параметричного електронно-хвильового ДСЛВЕ. При цьому застосовувались ієрархічні методи теорії коливань і хвиль [2]. Отримана система диференціальних рівнянь для амплітуд хвиль, що приймають участь у параметричному резонансі у квадратичному наближенні. Розглянуто різні типи резонансної взаємодії повздовжніх хвиль ХПЗ між собою. Для кожного такого типу взаємодії знайдено інкременти зростання хвиль у досліджуваній системі. Проведено аналіз цих інкрементів та знайдено оптимальні з експериментальної точки зору режими роботи приладу.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.В. Кулиш. К теории релятивистских параметрических электронно-волновых лазеров на свободных электронах. // Укр. физ. журнал, т. 36, № 5, 1991, с. 686-693.
2. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.