

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Казанцев Ю. Н. Расчет полых резонаторов методом суперпозиции электромагнитных волн.— Радиотехника и электроника, 1959, № 9, с. 1480—1484. [2] Kogelnik H., Li T. Laser beams and resonators.— Appl. Opt., 1966, 5, N 10, p. 1550—1567.

Поступила в редакцию  
22.01.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1981, Т. 22, № 6

УДК 621.385.633

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЕЖУТКА С ВИРТУАЛЬНЫМ КАТОДОМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Д. Г. Афонин, А. И. Костиенко

(кафедра радиофизики СВЧ)

Одной из основных характеристик систем с периодическими структурами, формирующих замедленные электромагнитные волны и выполняющих функции систем взаимодействия электронного пучка с электромагнитным полем, является дисперсионная характеристика. Большинство из известных способов получения дисперсионных характеристик замедляющих систем основано на изучении распределения электромагнитного поля вблизи периодических структур и связано с введением в системы инородных механических тел-зондов и пробных тел.

На практике дисперсионные характеристики часто получают при помощи электронного зонда; этот способ основан на экспериментальном анализе взаимодействия электронного пучка, пропускаемого вблизи периодической структуры, с полем пространственных гармоник, и заключается в регистрации усиления (или его отсутствия) выходного высокочастотного сигнала [1]. Такой способ предполагает наличие приемно-анализирующей аппаратуры в исследуемом диапазоне длин волн, он неприемлем для получения дисперсионных характеристик систем, в которых не предусмотрен вывод высокочастотного сигнала.

В данной работе описывается метод получения дисперсионных характеристик систем с периодическими структурами, основанный на способности виртуального катода, созданного в межэлектродном промежутке за системой с периодической структурой, реагировать изменением проходящего на коллектор тока на возмущения, вносимые в электронный пучок электромагнитным полем.

Известно [2, 3], что в системах с периодическими структурами электронный пучок будет возмущаться наиболее эффективно и отклик виртуального катода на эти возмущения будет максимальным, когда скорость электронов в пучке близка к фазовой скорости одной из пространственных гармоник структуры.

Таким образом, для получения дисперсионных характеристик при использовании в качестве анализатора возмущений промежутка с виртуальным катодом необходимо определить ускоряющее электронный пучок напряжение и вычислить скорость электронов, при которой изменение тока в цепи коллектора будет максимальным. Условия синхронизма при этом будут соблюдаться тем точнее, чем меньше плотность тока в пучке и параметры усиления. Оценки показывают, что

при малых плотностях тока в пучке отклик виртуального катода будет максимальным, когда величина относительного угла пролета удовлетворяет условию  $|\varphi| \ll \pi$ ; при этом погрешность за счет неточного соблюдения условия синхронизма составляет несколько процентов. Изложенная методика применена нами при экспериментальном исследовании дисперсионных характеристик открытых полусферических резонаторов с плоским зеркалом, полностью покрытым периодической структурой типа «гребенка», и низкодобротных систем, состоящих из облучающей антенны типа рупор и плоского зеркала с периодической структурой [4]. Погрешность методики, обусловленная неточным совпадением скорости электронов и фазовой скорости пространственной гармоники при максимальном отклике виртуального катода, не превышала при этом 1,5—2%.

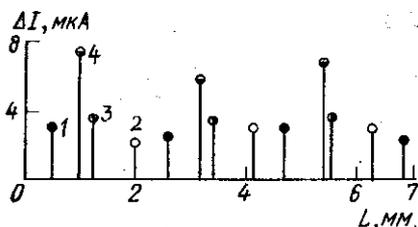


Рис. 1. Зависимость максимального отклика виртуального катода от расстояния между сферическим зеркалом и плоским с периодической структурой

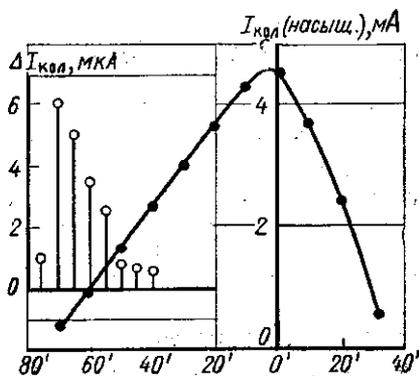


Рис. 2. Зависимости максимального положительного отклика виртуального катода и тока насыщения на коллектор макета от угла поворота макета в фокусирующем магнитном поле

Промежуток с виртуальным катодом может быть использован также при изучении других характеристик открытых резонансных систем. Так, при изменении расстояния между отражателями открытая резонансная система возбуждается на различных типах колебаний, и отклик виртуального катода на взаимодействие электронов с электромагнитным полем позволяет фиксировать возбуждение систем на этих типах колебаний. Причем по величине отклика можно сравнить эффективность взаимодействия на основной и высших пространственных гармониках, которые формируются вблизи периодической структуры.

На рис. 1 приведена полученная для полусферического открытого резонатора зависимость величины максимального отклика виртуального катода от расстояния между сферическим зеркалом и плоским с периодической структурой; при этом осуществлялось взаимодействие электронов с первой пространственной гармоникой дифракционного режима [4] в случае возбуждения открытого резонатора на четырех типах колебаний. Учитывая, что типы колебаний, отличающиеся только номером продольного индекса, возбуждаются в открытом резонаторе при расстояниях между отражателями, отличающихся примерно на половину длины волны ( $\Delta L$ ), и что меньшим интервалам  $\Delta L$  соответствуют низшие типы колебаний, введено соответствующее обозначение типов колебаний номерами 1, 2, 3, 4. По этому признаку обнаружено, что наибольший отклик виртуального катода получен при возбуждении открытого резонатора на одном из высших типов колебаний (в прове-

денных экспериментах более детальная классификация типов возбуждающихся колебаний не проводилась). Тот факт, что при фиксированных параметрах диодного промежутка наибольший отклик виртуального катода соответствует оптимальным условиям взаимодействия электронов с электромагнитным полем, может быть использован для нахождения условий расположения электронного пучка относительно плоскости «гребенки», наиболее благоприятных для взаимодействия в открытых резонансных системах с периодическими структурами.

Рис. 2, на котором приведены максимальный положительный отклик виртуального катода и ток насыщения на коллектор макета с открытой резонансной системой с периодической структурой в зависимости от угла поворота макета в фокусирующем магнитном поле, иллюстрирует возможность изучения оптимальных условий юстировки в магнитном поле. Из рис. 2 видно, что максимальное токопрохождение на коллектор и наиболее эффективное взаимодействие электронов с пространственными гармониками осуществлялись при различных условиях юстировки: наибольший отклик виртуального катода имел место при положении макета, отличающемся на 75 минут от положения, соответствующего максимальному токопрохождению на коллектор; при этом значительная часть тока, входящего в систему взаимодействия, перехватывалась зеркалом-решеткой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Дмитриев Б. С., Жарков Ю. Д. Об измерении сопротивления связи и дисперсии замедляющих систем с помощью электронного зонда.— Вопросы радиоэлектроники. Сер. IV. Радиоизмерительная техника, 1965, № 8, с. 81—94. [2] Девятков М. Н., Костенко А. И., Мясоедов Е. Я. Лампы бегущей волны как детекторы и смесители на СВЧ.— Радиотехника и электроника, 1962, № 5, с. 838—843. [3] Туманов Б. Н. Детектирование и смещение в автодиодной системе на резонансной ЛОВ.— Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ, 1971, 9, с. 11—14. [4] Афонин Д. Г., Костенко А. И. О возбуждении периодической структуры в открытом резонаторе.— Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1979, 20, № 1, с. 71—74.

Поступила в редакцию  
23.01.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1981, Т. 22, № 6

УДК 523.852.32

#### АСИММЕТРИЯ ФЕНОМЕНА МЛЕЧНОГО ПУТИ И НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ГАЛАКТИКИ

И. И. Паша, М. А. Смирнов, Ф. А. Цицин

(ГАИШ)

1. Вопрос о направлении вращения спиральных ветвей в галактиках (рис. 1) поставил еще Парсонс в середине XIX в., впервые обнаружив спиральную структуру некоторых «туманных пятен». Его попытки непосредственно определить их вращения путем сравнения зарисовок спиралей, полученных в разное время, конечно, были безуспешны, поскольку, как окончательно доказал лишь Хаббл в 20-е годы нашего века, спиральные туманности находятся далеко за пределами нашей Галактики, и смещение изображений спирали, вызванное их собственным вращением, неизмеримо мало.