

звезде от среднего значения для пластинки; m_2 получена по уклонениям наблюдаемых поправок от эталонного времени после исключения средней за год части.

Значения ошибок m_1 и m_2 даны в таблице. Для сравнения в таблице даны также ошибки наблюдений на других зенитных трубах. Значения ошибок не приведены к экватору.

В таблице приводятся, в основном, ошибки получаемые в первые годы наблюдений на зенитных трубах. Это сделано для большей сопоставимости результатов, ибо замечено, что точность наблюдений на многих зенитных трубах от года к году повышается. Для иностранных зенитных труб ошибки m_2 могут быть несколько преуменьшены по сравнению с ошибками для московской и пулковской ФЗТ, потому что они вычислялись по уклонениям отдельных поправок от их выравненных за несколько месяцев значений. Легко понять, что при таком выравнивании отдельные волны в наблюдениях исключаются.

Полученные результаты позволяют считать, что точность наблюдений на московской ФЗТ в основном такая же, как и на других зенитных трубах в первоначальные периоды их работы.

В настоящее время проводится новое улучшение системы координат звезд по собственным наблюдениям, что повысит точность результатов.

	(в 0 ^s ,001)	
	m_1	m_2
Москва 1963	20,3	13,0
1964		11,0
Пулково 1960,5	20,8	9,5
Мицзуава 1958	18,8	15
1959	18,9	10
Токио 1954	20	10
1955	17	8
Вашингтон 1959	—	10,9
Ричмонд 1959	—	10,8
Гринвич 1959	—	7,3

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарев Д. Н. «Астр. вестник АН СССР», 1, 4, 1967.
2. Волчков А. А. и др. «Сообщения ГАИШ», № 156, 1968.
3. Пономарев Д. Н., Волчков А. А. «Сообщения ГАИШ», № 134, 1964.
4. Точилина А. А. «Сообщения ГАИШ», № 157, 1969.
5. Пономарев Д. Н. «Сообщения ГАИШ», № 140—141, 1965.
6. Поттер Х. И., Наумов В. А. Сб. «Предварительные результаты исследований колебаний широт и движения полюсов Земли». М., Изд-во АН СССР, 1960.
7. Павлов Н. Н. «Изв. ГАО», № 168, 1961.
8. Наумов В. А. Вращение Земли. Изд-во АН УССР, Киев, 1963.
9. Takagi S. Publ. Int. Lat. Obs. Mizusawa, 4, 223, 224, 1963.
10. Tago M. Annals. of the Tokyo Astr. Obs., ser. 2, 6, No. 3, 119, 1959.
11. Tago M. Tokyo. Astr. Bull., ser. 2, No. 145, 1924, 1961.

Поступила в редакцию
10.3 1969 г.

Кафедра
звездной астрономии
и астрометрии

УДК 621.378.1.01:631.372.413

Д. Г. АФОНИН

О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ОТКРЫТОГО РЕЗОНАТОРА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ЗЕРКАЛАМИ РАЗНЫХ РАДИУСОВ КРИВИЗНЫ

В связи с появлением теоретических работ [1, 2], предсказавших неустойчивость колебаний в реальных резонаторах с конфокальной геометрией из-за различия в радиусах кривизны зеркал, ранее исследовались некоторые характеристики (коэффициенты передачи, коэффициенты потерь, спектр возбуждаемых колебаний) таких систем [3, 4].

В данной работе выяснены особенности поведения формы каустической поверхности резонансных колебаний вдоль оси резонатора со сферическими зеркалами разных радиусов кривизны ($r_1=20$ мм, $r_2=30$ мм) при прохождении зоны неустойчивости, а также исследован спектр возбуждаемых колебаний и характер изменения добротности резонатора для различных видов колебаний в широком интервале расстояний между зеркалами. Эксперименты проведены в двухмиллиметровом диапазоне длин волн.

В качестве источника колебаний применялся генератор типа ЛОВ. Рабочая частота f_0 генератора выбиралась такой, чтобы генерируемая мощность в некоторой окрестности (частотной) ее была постоянна и частота линейно зависела от ускоряющего напряжения ЛОВ. Измерение добротностей резонатора и получение реальных распределений поля (по ним определялся вид колебания и радиус каустики) производилось в режиме частотно-модулированных колебаний. Связь резонатора с внешними

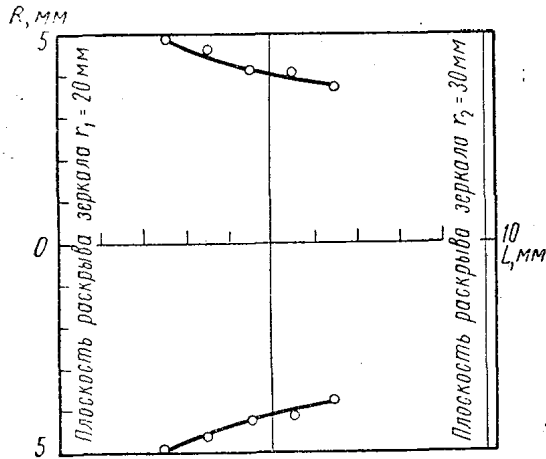


Рис. 1. Форма каустической поверхности колебания $01 q$ в плоскости, проходящей через ось резонатора при $2l=20,34$ мм ($\lambda=2,40$ мм)

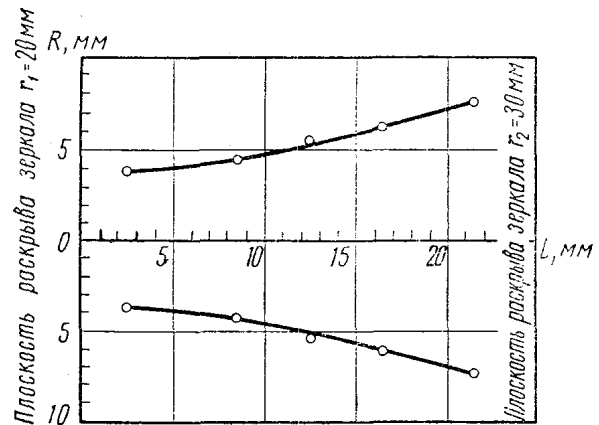


Рис. 2. Форма каустической поверхности колебания $01 q$ в плоскости, проходящей через ось резонатора при $2l=34,88$ мм ($\lambda=2,40$ мм)

трактами осуществлялась через круглые отверстия диаметром 0,75 мм и глубиной 0,1 мм в центре зеркал.

Добротность, как и в работе [5], определялась по ширине резонансной кривой, наблюдаемой на экране осциллографа, с относительной ошибкой не более 12%.

Для исследования распределения поля в открытом резонаторе использовался метод пробного тела [6, 7], основанный на том, что при внесении в резонансный объем малого (по сравнению с этим объемом) тела уменьшается амплитуда и добротность колебания без заметного изменения частоты. Для этих целей использовалось специальное механическое устройство, позволяющее равномерно протягивать в резонаторе пробное тело на тонкой нити по любому направлению в плоскостях, перпендикулярных оси резонатора на произвольном расстоянии от зеркал. В качестве пробного тела использовался шарик диаметром 0,8 мм (т. е. $0,33 \lambda$, λ — рабочая длина волны) из поглощающего материала. Материал для пробного тела был выбран в результате предварительных экспериментов, которые показали, что при применении рассеивающих и малопоглощающих материалов зачастую возбуждаются паразитные колебания, что особенно резко проявлялось при исследовании полей вблизи поверхностей зеркал.

Сигнал с детектора, включенного в выходной тракт, поступал через широкополосный усилитель на пиковый детектор и подавался далее на потенциометр ЭПП-9. При протягивании через резонатор пробного тела изменение этого сигнала, которое несет информацию о радиальном распределении амплитуды поля, записывалось на диаграммной бумаге потенциометра, причем получившиеся кривые качественно характеризовали распределение поля. По числу максимумов на этих кривых определялся вид колебания. Зависимость амплитуды поля от радиуса и размеры каустики получались при обработке этих результатов с помощью формул, приведенных в работах [6, 8]. При этом принималось, что каустическая поверхность находится на таком расстоянии от оси резонатора, при котором поле монотонно уменьшалось в e раз. По найденному радиальному распределению поля на различных расстояниях от зеркал при фиксированном расстоянии между ними находились форма и размеры каустических поверхностей вдоль оси резонатора.

Относительная ошибка данного метода измерения распределения поля в открытом резонаторе, полученная из разброса точек при многократных измерениях, не превышала 6—8%.

Резонатор исследовался при изменении расстояния между зеркалами ($2l$) от 14 до 45 мм. При малых расстояниях ($2l < r_1$) в резонаторе возбуждалось шесть видов колебаний $01q$ ($n=1, 2, \dots, 6$). В области расстояний $r_1 < 2l < r_2$ резонатор не возбуждался. При дальнейшем увеличении расстояния ($2l > r_2$) резонатор возбуждался лишь на колебании $01q$. Причиной возникновения неустойчивой зоны (при $r_1 < 2l < r_2$) является, вероятно, усиление взаимодействия между видами колебаний из-за вырождения вблизи конфокальной геометрии реальных (с неоднородностями на зеркалах) резонаторов и, как следствие этого, увеличение потерь низших видов колебаний [3]. Изучение формы каустической поверхности вдоль оси резонатора показало, что при расстояниях между зеркалами $2l < r_1$ преобладает фокусирующее действие сферического зеркала с меньшим радиусом кривизны, а при $2l > r_2$ преобладает действие зеркала с большим радиусом кривизны. Это особенно четко проявлялось в непосредственной близости от границ неустойчивой зоны (при $2l \approx r_1$ и $2l \approx r_2$). На рисунках 1 и 2 иллюстрируются полученные результаты. При $2l = 20,34$ мм радиус внешней каустической поверхности вблизи зеркала с меньшим радиусом кривизны r_1 имел наибольшее значение, уменьшаясь при приближении к зеркалу с большим радиусом кривизны. При $2l = 34,88$ мм наибольшее значение радиуса каустики имел около зеркала с большим радиусом кривизны и уменьшался при приближении к зеркалу с меньшим радиусом кривизны.

Добротность резонатора увеличивалась с ростом расстояния между зеркалами до зоны неустойчивости, достигая при этом значения $Q = 2,4 \cdot 10^4$ для колебания $01q$ (рис. 3). При $2l > r_2$ колебания вновь возбуждались в резонаторе, но значение добротности сначала было несколько ниже, чем в случае $2l < r_1$, а затем возрастало до $Q = 4,7 \cdot 10^4$. Дальнейшее изменение добротности с изменением расстояния между зеркалами не исследовалось в связи с ограничением перемещения подвижного зеркала.

Отметим, что, несмотря на значительное различие в радиусах кривизны зеркал, резонатор обладал большими добротностями, лишь немного отличающимися от аналогичных значений, полученных нами для резонаторов, состоящих из одинаковых сферических зеркал.

В заключение автор выражает благодарность М. Н. Девяткову за постановку задачи и ценные замечания, сделанные как в ходе самой работы, так и при просмотре рукописи, Ю. В. Горохову и Ю. А. Пирогову за полезные советы, а также В. И. Макарову за помощь в проведении эксперимента.

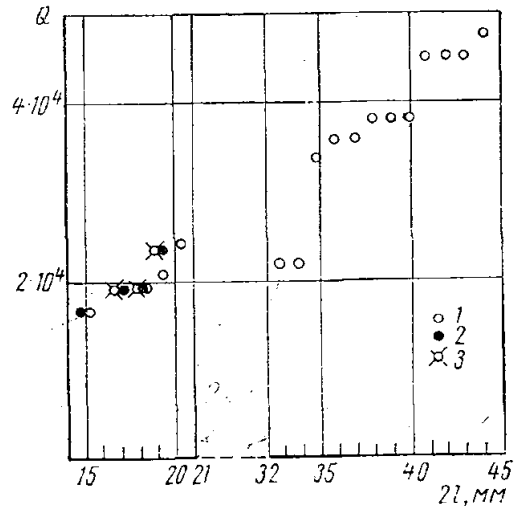


Рис. 3. Зависимость добротности от расстояния между зеркалами: 1 — колебание $01q$, 2 — колебание $02q$, 3 — колебание $03q$, ($\lambda = 2,40$ мм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Boyd G. D., Kogelnik H. BSTJ, 41, 1904, 1962.
2. Fox A. G., Li T. PIEEE, 51, 80, 1963.
3. Дюбко С. Ф., Камышан В. В., Шейко В. П. ЖТФ, 35, 1806, 1965.
4. Авербах В. С. «Радиотехника и электроника», 11, 757, 1966.
5. Афонин Д. Г., Девятков М. Н., Пирогов Ю. А. «Вестн. Моск. ун-та», физ., астрон., № 1, 40, 1968.
6. Валитов Р. А., Дюбко С. Д., Камышан В. В., Шейко В. П. ЖЭТФ, 47, 1173, 1964.
7. Богомолов Г. Д. Сб. «Электроника больших мощностей», № 3, 154, 1964.
8. Косарев Е. Л., Ципенюк Ю. В. Сб. «Электроника больших мощностей», № 5, 105, 1968.

Поступила в редакцию
14.3 1969 г.

Кафедра
радиотехники