

ВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ В АНИЗОТРОПНОМ ШАРЕ, РАСПОЛОЖЕННОМ В ПОЛЕ ВОЛНОВОДНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

А. Я. Кириченко, А. Е. Когут

*Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины,
12, ул. Ак. Проскуры, Харьков, 61085, Украина*
E-mail: kogut@ire.kharkov.ua

Экспериментально изучены возможности и особенности возбуждения колебаний шепчущей галереи в лейкосапфировом резонаторе в форме шара, расположенном в поле волноводного излучателя. Определены условия наиболее эффективного возбуждения шарового резонатора, содержащего одну ось анизотропии. Ил. 6. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: анизотропный шар, колебания шепчущей галереи, волноводный излучатель.

Важное место в теории рассеяния радиоволн занимает задача о дифракции электромагнитной волны на диэлектрическом шаре. На первых порах процессы рассеяния электромагнитных волн в основном интересовали специалистов, изучающих процессы рассеяния и ослабления электромагнитного излучения атмосферными образованиями. Работы в этом плане проводились как в оптическом диапазоне, так и в области сверхвысоких частот (СВЧ) [1, 2]. Во второй половине прошлого века внимание специалистов в области СВЧ привлекла возможность управления характеристиками электромагнитного сигнала диэлектрическими (в частности сегнетоэлектрическими) шарами малых размеров и с высоким значением диэлектрической проницаемости, размещаемыми в волноводах. При этом широко были развиты исследования по рассеянию волн на шарах малых размеров, у которых радиус r был значительно меньше длины падающей на него волны λ ($q=2\pi r/\lambda$; $q \ll 1$) (рэлеевская область) [3, 4].

Исследования шаров, выполненных из высококачественного диэлектрика с низкими потерями, в последние годы привлекают внимание радиофизиков и оптиков как элемент с высокой избирательной способностью по частоте при возбуждении в них колебаний типа шепчущей галереи (ШГ). Диэлектрические резонаторы (ДР) при $q > 1$, выполненные в форме шара, нашли применение, в частности, для изучения электрических свойств веществ в диапазоне СВЧ [5]. Возбуждение ДР производится обычно с помощью неоднородных плоских волн, окружающих диэлектрический волновод [6], или с помощью неоднородной волны, распространяющейся вдоль грани призмы [7], вдоль которой распространяется плоская неоднородная волна при нарушении полного внутреннего отражения. Авторами работы [8] показаны различия в дифракции и рассеянии однородной и неоднородной плоских электромагнитных волн на диэлектрическом шаре при $q > 1$ (область

Лоренц-Ми), и высказано соображение о более эффективном возбуждении в шаре колебаний ШГ при использовании неоднородной плоской волны. Эти особенности в возбуждении волн ШГ лазерным лучом неоднократно подчеркивались в оптических исследованиях диэлектрических микросфер при $q \gg 1$, т. е. в области Лоренц-Ми [9, 10] при $q > 100$. Следует отметить, что в отличие от широко используемых в области СВЧ представлений о колебаниях ШГ в сферических резонаторах в оптике эти колебания получили название электромагнитные поверхностные колебания в оптических резонаторах [11] или структурные резонансы [12]. Исследования по возбуждению колебаний ШГ в диэлектрическом шаре при $q > 1$ плоской волной или гауссовым электромагнитным лучом в СВЧ диапазоне ранее не проводились. При исследованиях в СВЧ диапазоне отсутствует сравнение эффективности возбуждения колебаний шепчущей галереи в диэлектрическом шаре при падении на него однородной или неоднородной плоской волны. Весьма ограничены экспериментальные данные и по особенностям дифракции и рассеянию электромагнитных волн на диэлектрическом шаре в области Лоренц-Ми на СВЧ, т. е. при условии $q > 1$. В отличие от исследований в оптическом диапазоне, проводимых при q , превышающем 100, ДР в форме шара в области СВЧ используются обычно при $q < 100$. Наряду с этим ДР для достижения высоких уровней добротности изготавливают из монокристаллов, которые обладают анизотропией. Анизотропия диктует дополнительные условия на эффективное возбуждение резонансных колебаний ШГ. В связи с этим нами решается задача по выяснению возможности эффективного возбуждения колебаний ШГ в анизотропном диэлектрическом шаре неоднородным полем электромагнитного луча. В отличие от известных наблюдений резонансных колебаний в оптическом диапазоне, возбуждаемых лучом лазера при размерном параметре $q > 100$, в области СВЧ колебания ШГ изу-

чаются и используются при $q \sim 10 \div 40$. Поэтому возникает необходимость определения условий эффективного возбуждения резонансных колебаний ШГ в ДР, применяемых в миллиметровом диапазоне электромагнитных волн.

1. Условия постановки эксперимента.

В экспериментах использовался шар, выполненный из сапфира, радиусом $r = 9$ мм. Он облучался лучом электромагнитных волн с длиной $\lambda = 8,03$ мм в свободном пространстве, формируемом на выходе открытого конца прямоугольного волновода, сечением $7,2 \times 3,4$ мм² с фланцем 20×20 мм². При этом в шаре возбуждались колебания с азимутальным индексом $n \geq 20$. Таким образом, эксперименты были проведены при значении $q = 7,07$. Поляризованная однородная плоская волна существовала в сформированном луче лишь в волновой зоне в области, близкой к оси прямоугольного волновода. Генератором, возбуждающим волновод, служил клистрон типа К-49. В опытах использовался детекторный приемник, снабженный рупорной антенной с раскрытием 33×40 мм² и резонансным волномером. Детектор работал на квадратичном участке, и сигнал с него определял интенсивность принимаемого сигнала. В опытах рупор приемника располагался в волновой зоне излучения на расстоянии, превышающем 100 мм от фланца волновода, и его можно было перемещать в плоскости XOZ , устанавливая под необходимым углом φ к направлению распространения электромагнитной волны вдоль оси Z . Измерения осуществлялись при углах $0 < \varphi < 120^\circ$. В опытах использовались лучи с вектором напряженности электрического поля как перпендикулярным к плоскости XOZ , так и параллельным ей. «Оси» волновода, рупорной антенны и центр шара во время опытов всегда находились в плоскости XOZ . В качестве индикатора сигнала с детектора использовались осциллограф или гальванометр в зависимости от режима работы клистрона. Работа клистрона на фиксированной частоте позволяла использовать в качестве индикатора сигнала гальванометр. В этих условиях можно было проводить исследования рассеянного поля лишь на частотах вне резонанса. Высокая добротность колебаний ШГ ($Q > 10^3$) не позволяла при данной стабильности работы клистрона с достоверностью исследовать интенсивность рассеянного поля в резонансном случае. Изучение особенностей рассеяния электромагнитного поля в резонансном режиме проводилось при модуляции сигнала клистрона по частоте напряжением на отражателе. В этом режиме принимаемый сигнал фиксировался на экране осциллографа, на котором одновременно наблюдалась область рассеянного поля во всей зоне электрической перестройки клистрона с наложением на нее интен-

сивности рассеянного поля на резонансной частоте в форме отсоса. На рис. 1 в качестве примера приведен сигнал нерезонансного рассеянного поля (зона генерации клистрона) с резонансом на длине волны $\lambda = 8,03$ мм.

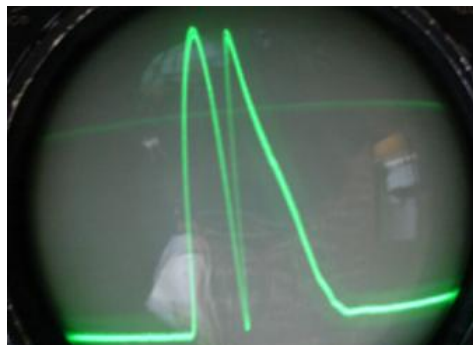


Рис. 1. Сигнал нерезонансного рассеянного поля на экране осциллографа

Центр шара располагался на расстоянии $z = 25$ мм вдоль оси излучателя, рупор приемника удален от волноводного фланца на $L = 320$ мм.

Шар из синтетического сапфира располагался на подложке из пористого пенопласта со значением диэлектрической постоянной, близкой к единице, что не должно было сильно искажать условия его возбуждения, так как диэлектрические постоянные шара $\epsilon_{||} = 9,35$, а $\epsilon_{\perp} = 11,53$, т. е. превосходили диэлектрическую постоянную пенопласта почти на порядок. Платформу, на которой был расположен шар, можно было перемещать в двух взаимно ортогональных направлениях (в плоскости XOZ) распространения волны, т. е. вдоль координаты Z и вдоль координаты X параллельной волноводному фланцу и ортогональной или параллельной к вектору напряженности электрического поля на выходе волновода. Безэховая камера в опытах не применялась.

Одним из свойств таких резонаторов является густой спектр резонансных колебаний на частотной шкале. Поэтому при измерениях необходимо было выбрать уединенный резонанс хотя бы в диапазоне электрической перестройки клистрона, т. е. в диапазоне 50-100 МГц. Кроме этого, необходимо было учитывать анизотропные свойства сапфира и то, что каждый из резонансов был многократно вырожденным, что также накладывало свои особенности на проведение исследований. На рис. 1 проявление вырожденного колебания выражается в некотором искажении колоколообразной области генерации клистрона. Вырожденные резонансы в приведенном случае разнесены примерно на 40 МГц при ширине резонанса около 20 МГц. Опыт показал, что для эффективного возбуждения резонансных колебаний в шаре его ось анизотропии должна быть коллинеарной с

вектором напряженности электрического поля. Естественно было предположить, что электромагнитное поле в ДР при возбуждении резонансных колебаний имеет структуру, отличающуюся от структуры поля при отсутствии резонансных условий. А это с неизбежностью должно было привести к различиям в диаграммах рассеянного поля в случае возбуждения в шаре собственных колебаний ШГ и полей, частоты которых находились вне резонансных условий.

При возмущении поля на поверхности шара малым возмущающим телом было установлено, что во всех наблюдаемых случаях более эффективно возбуждались резонансные колебания *H*-типа с концентрацией поля в экваториальной плоскости, параллельной плоскости *XOZ*. При удалении от экваториальной плоскости к полюсам интенсивность полей спадала, так что на полюсах шара поле практически отсутствовало.

2. Результаты эксперимента. Интенсивность поля, принимаемого детекторным приемником, представлялась суперпозицией интенсивностей поля как непосредственно излучаемого из волновода и частично огибающего его, не касаясь сферической поверхности, так и поля, рассеянного шаром. Поля, рассеянные шаром, определялись электромагнитными полями, формируемыми в области диэлектрического шара при многократных преломлениях на поверхности шара и отражениях. Рассеянные поля различались в зависимости от того, возбуждались ли на данной частоте в шаре резонансные моды колебаний ШГ или нет. По этому признаку диаграммы рассеяния поля вне шара различались в резонансном и нерезонансном случаях. При расположении на оси излучателя (ось *Z*) центра шара и приемника было исследовано изменение интенсивности сигнала, принимаемого рупором приемника при перемещении шара вдоль оси. Так как на этой оси находились последовательно два излучателя (открытый конец волновода и прозрачный шар) интерференция этих сигналов в нерезонансном случае приводила в основном к периодическому изменению сигнала приемника. Приемный рупор располагался в волновой зоне на расстоянии, близком 250 мм от фланца волновода. На рис. 2, а (верхняя кривая) приведена такая зависимость изменения интенсивности *A* сигнала при нерезонансном рассеянии поля, т. е. в случае, когда в шаре не возбуждается поле колебаний ШГ (длина волны в свободном пространстве $\lambda=7,9$ мм). Вдоль горизонтальной оси отложено положение центра шара по оси *Z*, вдоль вертикальной оси – интенсивность *A* сигнала в относительных единицах.

При удалении центра шара от волноводного фланца на $z > 25$ мм наблюдаются почти периодические (с точностью проводимого экспери-

мента) колебания интенсивности *A* принимаемого сигнала.

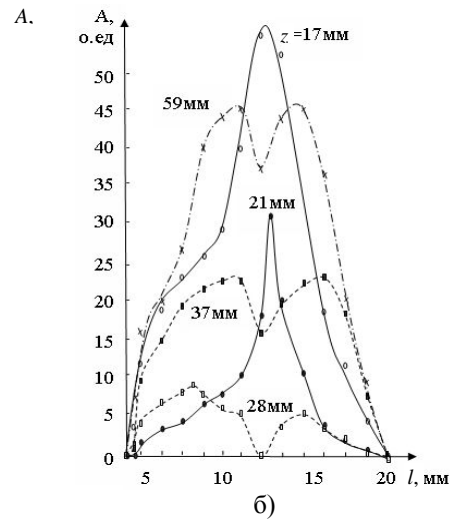
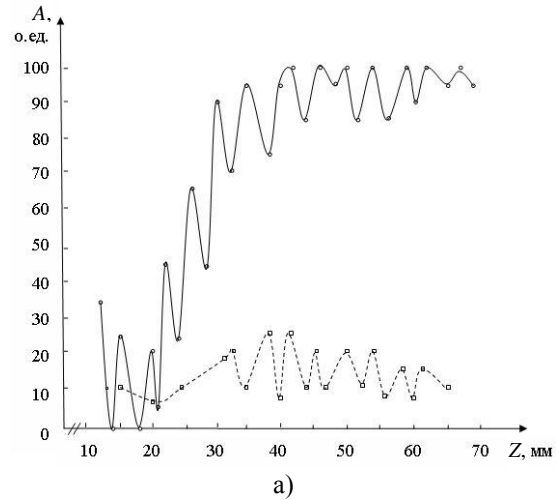


Рис. 2. Зависимость интенсивности сигнала: а) - от положения шара относительно оси излучателя по оси *z*; б) - от удаленности шара относительно излучателя

Период колебаний совпадает примерно с величиной $\lambda/2$ сигнала, рассеиваемого шаром. Размах осцилляций медленно уменьшается с расстоянием *z*, а интенсивность принимаемого сигнала возрастает. Это определяется тем, что с ростом *z* происходит уменьшение угла, под которым наблюдается шар с излучателя, и повышением уровня поля, непосредственно поступающего из излучателя в приемник при одновременном снижении интенсивности нерезонансного излучения шара, принимаемого рупором приемника. Естественно, что и глубина резонансного отсоса при этом снижается, на что указывает нижняя кривая на рис. 2, а. Следует отметить, что глубина резонансного отсоса при произвольном значении *z* в этом случае не превышает 25 % рассеянного сигнала, наблюдаемого в нерезонансной области.

На рис. 2, б приведены характерные эпюры сигнала с экрана осциллографа, полученные в нескольких точках расположения шара на оси излучателя.

В случае, когда сапфировый шар перекрывает выходное отверстие прямоугольного волновода, в приемный рупор попадает лишь поле волн, рассеянных шаром. Волны, рассеянные на шаре вне частотного резонанса, имеют небольшую интенсивность, а энергия волн, огибающих шар без рассеяния на нем, в приемник практически не попадает. Поэтому при $z = 17$ мм и $z = 21$ мм на эпюре сигнала генерации клистрона на частотах вне резонансной области выделяется пик рассеяния, соответствующий рассеянию на волнах ШГ, превосходящий по интенсивности интенсивность рассеяния в нерезонансной области. Резонансный отсос колебаний ШГ на области генерации клистрона появляется в чистом виде лишь с расстояния $z = 28$ мм. Эпюры сигнала при $z = 37$ мм и $z = 59$ мм демонстрируют возрастание нерезонансного рассеяния и уменьшение глубины резонансного отсоса колебаний ШГ при удалении шара от фланца излучающего волновода.

Важной особенностью при возбуждении резонансных колебаний ШГ имеет расположение оси анизотропии шара относительно направления вектора напряженности электрического поля облучаемой волны. С целью определения влияния положения оси анизотропии шара относительно направления вектора напряженности электрического поля проведены исследования изменений эпюры сигнала области генерации клистрона при изменении угла наклона оси анизотропии шара как в плоскости, содержащей направление распространения облучаемой волны (плоскость YOZ - угол θ), так и в плоскости, перпендикулярной ей (плоскость XOY - угол ψ). Для снижения «фона» от сигнала клистрона, попадающего в приемник непосредственно из излучателя без рассеяния на шаре, приемник в этих опытах располагался под углом 90° к оси Z на расстоянии 180 мм от нее в плоскости XOZ . На рис. 3 приведены эпюры области генерации клистрона, наблюдаемые при нескольких значениях углов ψ и θ .

Исследования проводились при наблюдении резонанса на длине волны 8,03 мм. Шар был расположен в точке с координатами $x = 8$ мм, $z = 31$ мм. Усиление приемника оставалось при получении этих зависимостей неизменным, за исключением кривой, приведенной пунктиром. Эта зависимость получена при увеличении усиления в 3,5 раза для случая $\theta = 0$, $\psi = 0$ с целью демонстрации глубины резонансного минимума.

При совпадении оси анизотропии шара с вектором напряженности электрического поля,

т. е. с осью y ($\theta = 0$, $\psi = 0$), величина рассеянного сигнала в резонансе достигает нулевого значения.

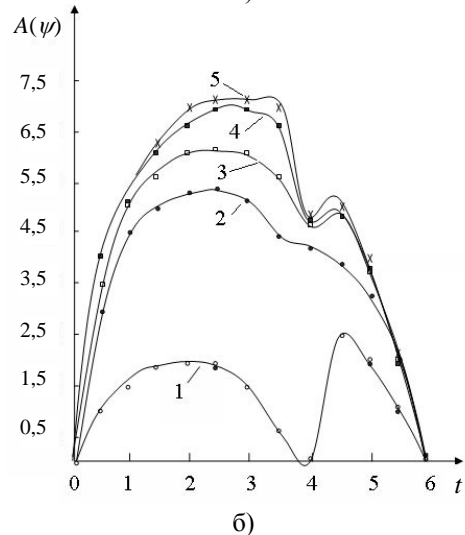
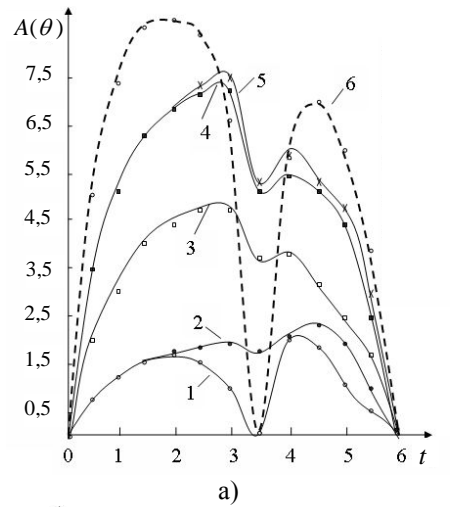


Рис. 3. Зависимость интенсивности сигнала от наклона оси анизотропии шара вдоль: а) - координаты θ : 1 - 0° , 2 - 30° , 3 - 45° , 4 - 60° , 5 - 90° , 6 - 0° (4-х кратное усиление сигнала); б) - вдоль координаты ψ : 1 - 0° , 2 - 30° , 3 - 45° , 4 - 60° , 5 - 90°

При появлении угла между осью анизотропии и направлением вектора напряженности электрического поля излучателя в обеих плоскостях величина нерезонансного рассеяния возрастает с ростом угла θ или ψ , а глубина резонансного минимума заметно снижается. Естественно, поворот шара вокруг оси не сопровождался заметными изменениями приводимых осциллограмм. Зависимости рассеянного поля при $\theta = 0$, $\psi = 0$ указывают на эффективное возбуждение колебаний ШГ в шаре и пониженную интенсивность нерезонансного рассеянного поля при расположении приемного рупора под углом в 90° к направлению излучения из волновода.

На рис. 4 приведена часть диаграммы рассеяния волны, падающей на шар в диапазоне

углов $\varphi = 0^\circ \div 90^\circ$ (угол φ отсчитывается от направления излучения по часовой стрелке), в нерезонансном случае при удалении шара от волноводного фланца на $z \approx 28$ мм.

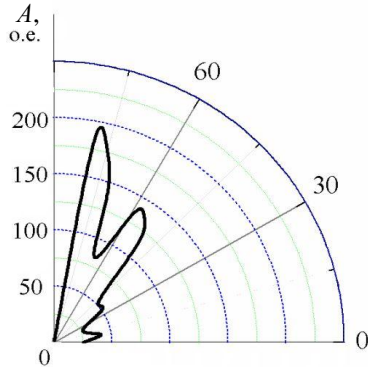


Рис. 4. Часть диаграммы рассеяния волны, падающей на шар в диапазоне углов $\varphi = 0^\circ \div 90^\circ$.

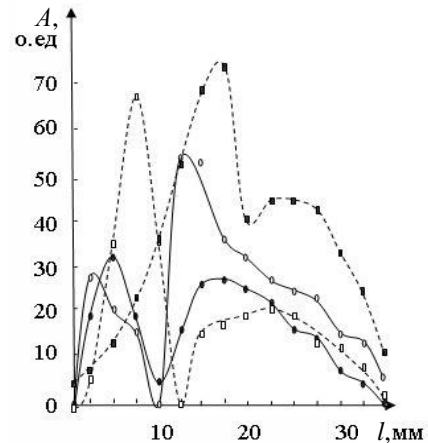
Наблюдается характерная картина для рассеяния падающей волны на шаре при $q > 1$ [1] на частотах вне резонанса. Характерно, что излучение в прямом направлении ($\varphi = 0^\circ$) и при $\varphi = -90^\circ$ (т. е. в ортогональном направлении от направления падающего луча) на диаграмме рассеяния достигает минимума. В минимумах излучения при $\varphi = 22^\circ$, 43° и 63° можно ожидать, что при возбуждении в шаре колебаний ШГ рассеянное поле в резонансе может превосходить рассеянное поле в нерезонансном случае.

Так как при расположении приемника под углом $\varphi = 90^\circ$ нерезонансное излучение ослаблено, это может позволить в более чистом виде рассмотреть особенности рассеяния в этом направлении в условиях возбуждения в шаре колебаний типа ШГ. С этой целью, располагая раскрыв приемного рупора на расстоянии $L = 120$ мм от оси излучения, а центр сапфирового шара - на расстоянии $z = 30$ мм от волноводного фланца, были исследованы эпюры сигнала при перемещении шара параллельно плоскости фланца, т. е. вдоль оси X. Результаты таких исследований приведены на рис. 5. На рис. 5,а представлены результаты, соответствующие удалению шара от оси волновода и приемного рупора, на рис. 5,б – эпюры сигнала при удалении шара от оси излучателя, но при приближении к рупору.

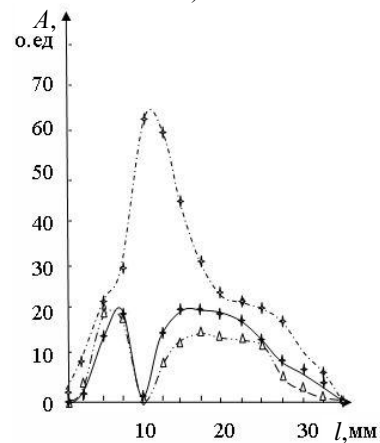
Этими исследованиями было установлено, что эпюр сигнала, наблюдаемый на экране осциллографа, качественно изменяется при перемещении шара. Так как в этом случае интенсивности рассеянного поля в направлении, ортогональном оси электромагнитного луча, как в резонансном, так и в нерезонансном случаях рассеяния сравнимы, то эпюры сигнала отражают конкуренцию этих интенсивностей. Рассеянное поле

шара на резонансной частоте при $z = 10$ мм превосходит интенсивность рассеянного поля вне резонанса.

В случае, когда интенсивность рассеянного поля в нерезонансном случае превосходит интенсивность рассеянного поля в резонансе, эпюр сигнала представляется зоной колебания клистрона с падением интенсивности на резонансной частоте.



а)



б)

Рис. 5. Зависимость интенсивности сигнала от удаленности шара: а) - от оси излучателя и приемного рупора; б) - от оси излучателя и приближения к приемному рупору

Проводимые исследования показывают, что расположение центра шара на оси излучателя ($z = 0$) не всегда сопровождается глубоким отсосом на резонансной частоте. В то же время существуют такие положения шара вдоль оси X, при которых интенсивность поля в резонансе падает до нуля. Можно предположить, что в этих точках обеспечивается наиболее эффективное возбуждение колебаний ШГ. Примечательно, что эти точки находятся в области неоднородного электромагнитного поля, чем подтверждаются соображения, изложенные в работах [6, 9, 10], о большей эффективности возбуждения колебаний ШГ в

сфере при расположении ее в области неоднородного поля излучателя.

Оказалось, что координаты точек расположения центра сферы, в которых рассеянное излучение на резонансной частоте достигает нулевого значения (такие положения шара были названы точками эффективного возбуждения колебаний ШГ), плотно заполняют плоскость XOZ . На рис. 6 представлена плоскость XOZ , на которой указаны точки наиболее эффективного возбуждения колебаний ШГ в шаре. Примечательно, что наблюдается некая регулярность расположения этих точек. Точки располагаются приблизительно на неких эквидистантных кривых, расстояния между которыми как по горизонтали, так и по вертикали примерно равны длине облучаемой волны. Такое расположение этих точек указывает на то, что на эффективность возбуждения колебаний ШГ существенно влияют фазовые условия рассеянной волны. Кроме этого, существуют области на плоскости, в которых такое эффективное возбуждение резонансов ШГ наблюдать не удалось. Одна из таких областей лежит в квадрате $15 \times 20 \text{ мм}^2$ непосредственно вблизи фланца волновода. Изучение рассеянного поля в плоскости YOZ показало, что интенсивность рассеянного поля на резонансной частоте несколько меньше чем в плоскости XOZ , о чем свидетельствует то, что глубина резонансного отсоса на колебаниях ШГ в лучшем случае не превышает 25 % от интенсивности поля при нерезонансном рассеянии. При перемещении шара в этой плоскости не удалось обнаружить положений, в которых интенсивность в резонансе достигает нулевого значения.

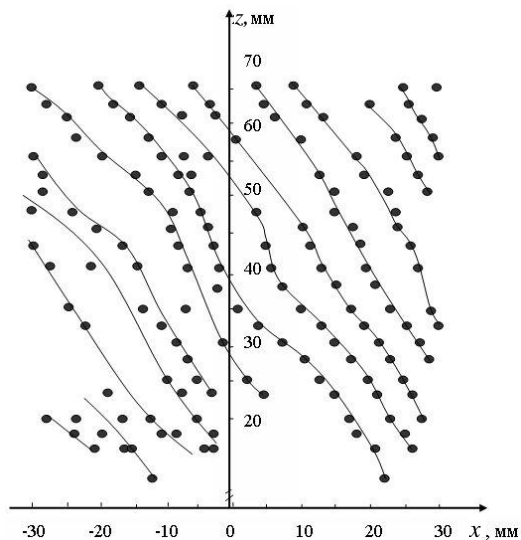


Рис. 6. Точки наиболее эффективного возбуждения колебаний ШГ в шаре

Выводы. Проведенными исследованиями рассеяния электромагнитного СВЧ излучения на анизотропном сапфировом шаре при $q > 1$, т. е. в

области Лоренц-Ми, установлена возможность эффективного возбуждения колебаний шепчущей галереи падающим на него электромагнитным пучком.

С целью повышения эффективности возбуждения колебаний возбуждающее поле электромагнитного пучка должно быть неоднородным. Амплитуда поля, падающего на шар, должна возрастать от центра шара к его периферии, достигая своего максимального значения на поверхности шара. При этом, в частности, лучи электромагнитного пучка, скользящие по поверхности шара, могут находиться в центре луча с максимальной амплитудой. Положение центра шара вблизи границы волноводного отверстия или ее продолжения может являться оптимальным для эффективного возбуждения колебаний шепчущей галереи в шаре, если поперечные размеры пучка и шара сравнимы. Ось анизотропии шара должна быть коллинеарной с вектором напряженности электрической составляющей СВЧ поля. Диаграмма рассеянного электромагнитного поля шаром при возбуждении в нем колебаний шепчущей галереи отличается от диаграммы рассеяния в нерезонансном случае. Диэлектрический резонатор в форме шара представляется эффективным элементом при создании узкополосных фильтров в квазиоптических передающих линиях в миллиметровой и субмиллиметровой областях электромагнитного спектра.

Авторы выражают благодарность В. В. Кутузову за помощь в проведении экспериментов.

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - 719 с.
2. Розенберг В. И. Рассеяние и ослабление электромагнитного излучения атмосферными частицами. - Л.: Гидрометеоиздат, 1972. - 348 с.
3. Хижняк Н. А. Рассеяние электромагнитных волн на малых телах в волноводах // Радиотехника. - 1967. - Вып. 4. - С. 88-97.
4. Козарь А. И., Хижняк Н. А. Отражение электромагнитных волн от резонансной диэлектрической сферы в волноводе // Укр. физ. журн. - 1970. - 15, № 5. - С. 847-849.
5. Ганопольский Е. М., Голик А. В., Королюк А. П. Квазиоптический метод измерения предельно малых диэлектрических потерь в конденсированных средах // Физика низких температур. - 1993. - 19, № 11. - С. 1255-1259.
6. Белокопытов Г. В., Васильев Е. Н. Рассеяние плоской неоднородной электромагнитной волны на сферической частице // Изв. вузов. Радиофизика. - 2006. - 49, № 1. - С. 72-81.
7. Взятыйшев В. Ф., Калинин В. И. Собственные и вынужденные колебания, открытых резонансных систем на базе дисковых диэлектрических резонаторов // Изв. вузов. Радиофизика. - 1983. - 26, № 4. - С. 475-482.
8. Вятчанин С. П., Городецкий М. Л., Ильченко В. С. Переключаемые узкополосные оптические фильтры с модами типа шепчущей галереи // Журн. прикладной спектроскопии. - 1992. - 56, № 2. - С. 274-280.
9. Khaled E. E. M., Hill S. C., Barber P. W. Internal electric energy in spherical particle illuminated with a plane wave or off-axis Gaussian beam // Applied Optics. - 1994. - 33, No. 3. - P. 524-532.

10. Feng Xu, Kuan Ren, Xiaoshu Cai. Extension of geometrical-optics approximation to on-axis Gaussian beam scattering. By a spherical particle // *Applied Optics*. - 2006. - 45, No. 20. - P. 4990–4999.
11. Ashkin A., Dziedzic J. M. Observation of optical resonances of dielectric spheres by light scattering // *Applied Optics*. - 1981. - 20. - P. 1803–1814.
12. Tzeng H.-M., Wall K. F., Long M. B., Chang R. K. Laser emission from individual droplets at wavelengths corresponding to morphology-dependent resonances // *Optics Letters*. - 1984. - 9. - P. 499–501.

EXCITATION OF THE WHISPERING GALLERY
MODES IN THE ANISOTROPIC BALL
LOCATED IN FIELD OF THE WAVEGUIDE
SOURCE OF RADIATION

A. Ya. Kirichenko, A. E. Kogut

The opportunities and peculiarities of excitation of the whispering gallery modes in the sapphire resonator as the ball located in a field of a waveguide source of radiation are experimentally investigated. Conditions of the most effective excitation

of the ball resonator containing single axis of anisotropy are determined.

Key words: anisotropy ball, whispering gallery modes, waveguide source of radiation.

ЗБУДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ШЕПОЧУЧОЇ
ГАЛЕРЕЇ В АНІЗОТРОПНІЙ КУЛІ,
РОЗТАШОВАНИЙ В ПОЛІ ХВИЛЕВОДНОГО
ВИПРОМІНЮВАЧА

О. Я. Кириченко, О. Є. Когут

Експериментально вивчено можливості та особливості збудження коливань шепчучої галереї в лейкосапфіровому резонаторі у вигляді кулі, яка розташована в полі хвилевого випромінювача. Визначені умови найбільш ефективного збудження кульового резонатора, що містить одну вісь анізотропії.

Ключові слова: анізотропна куля, коливання шепчучої галереї, хвилеводний випромінювач.

Рукопись поступила 14 марта 2008 г.