



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
İyun
June 2005
Июнь

№229
səhifə
page 866-867
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

УСЛОВИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СЛОЕ ПОЛЯРНОГО ДИЭЛЕКТРИКА.

АЗИЗОВ С.Т., АЛИЕВ О.А.

*Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана
AZ 1143, Баку, пр. Джавида 33, sam439az@yahoo.com*

В статье рассмотрены условия возникновения безотражательного поглощения электромагнитного излучения в слое полярного диэлектрика, с учетом его дисперсионных характеристик.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение и исследования диэлектрических свойств растворов полярных жидкостей в области их дисперсии волн позволяют получить информацию о их молекулярном строении. Кроме того, как показано в работе [1], эти исследования дают возможность определить условия возникновения эффекта безотражательного поглощения электромагнитного излучения. Задача создания поглотителей электромагнитного излучения на основе доступных композиционных материалов и простой технологии их приготовления давно представляет большой практический интерес и привлекает внимание многих исследователей. Это в первую очередь было связано с необходимостью разработки покрытий для защиты населения от вредного воздействия на них микроволнового излучения. Работы в этом направлении интенсивно проводились в последние годы в промышленно развитых странах мира [2,3].

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В работе [4] получены уравнения, определяющие условия резонансного безотражательного поглощения электромагнитного излучения в двухслойной системе полярный диэлектрик – идеально проводящий металл:

$$\frac{((1+y)^2 \lambda / \lambda_g) = \text{th} 2\pi x y - y \text{tg} 2\pi x}{y \text{sh} 4\pi x y + \sin 4\pi x} = 0 \quad (1)$$

$$y \text{sh} 4\pi x y + \sin 4\pi x = 0 \quad (2)$$

$$l/\lambda = (x(1+y^2)) / (\text{th} 2\pi x y - y \text{tg} 2\pi x) \quad (3)$$

где $x=l/\lambda_g$; $y=\text{tg}\delta$; $\delta=\text{arctg}\epsilon''/\epsilon'$; ϵ' ; ϵ'' – диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери вещества покрытия; λ , λ_g – длина волны в вакууме и в веществе; l – толщина слоя диэлектрика, при которой отражение волны отсутствует.

Уравнения (1) – (3) получены из анализа отражательных характеристик рассматриваемой системы в предположении, что в точках минимума зависимости модуля коэффициента отражения волны ρ от l толщины отражающего слоя покрытия значение функции $\rho(l)$ обращается в нуль. Однако, они не учитывают характера изменения ϵ' и ϵ'' полярного диэлектрика с частотой. Для конкретизации условий возникновения безотражательного поглощения электромагнитного излучения для реальных полярных веществ учтем, что диэлектрические свойства этих веществ в области дисперсии достаточно хорошо описываются уравнением Дебая

$$\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon'' = \epsilon_\infty + [(\epsilon_0 - \epsilon_\infty)/(1+i\omega\tau)] \quad (4)$$

где ϵ_0 ; ϵ_∞ – вне дисперсионные статическая и высокочастотная диэлектрические проницаемости вещества покрытия; ω – круговая частота; τ – время релаксации [5].

Совместное решение уравнений (1) – (4) позволяет найти функциональную связь между ϵ_0 ; ϵ ; τ материала покрытия, длиной волны λ_0 и толщиной слоя l_0 покрытия, при которых будет иметь место безотражательное поглощение электромагнитного излучения. Для нахождения этой связи применена итерационная процедура решения исходных уравнений (1) – (4). При заданных значениях ϵ_0 ; ϵ_∞ и τ вещества покрытия подбирались такие значения λ_0 , l_0 при которых с заданной степенью приближения достигалось выполнение соотношений (1) – (3). Результаты этих расчетов даны на рис. Величина ϵ_∞ у многих полярных веществ лежит в пределах 2 - 4 единиц и для удобства рассмотрения задачи принималась постоянной. При фиксированных значениях ϵ_∞ зависимости ϵ_0 от $l_0\omega\tau$ представляют

собой обращенные вверх параболы, вершины которых располагаются при $\omega\tau$ близкими к 1. С увеличением номера N так называемого нулевого минимума функции $\rho(l)$ зависимости ε_0 от $\lg\omega\tau$ поднимаются вверх, а их вершины приближаются к $\omega\tau=1$, соответствующей центру дисперсии материала покрытия.

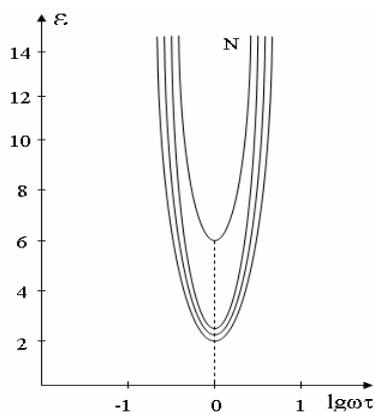


Рис1. Зависимости между круговой частотой ω временем релаксации τ и статической диэлектрической проницаемостью ε_0 полярного диэлектрика, соответствующие условию безотражательного поглощения электромагнитного излучения в слое диэлектрика; N – номер минимума зависимости коэффициента отражения волн от толщины слоя диэлектрика; величина высокочастотной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=2$.

Как следует из рис.1, при заданных N , ε_0 ; ε_∞ ; и τ могут существовать две пары значения λ_0 и l_0 при которых выполняются условия безотражательного поглощения электромагнитного излучения в системе диэлектрик – металл. Анализ поведения функций ε_0 от $\lg\omega\tau$ показал, что для выбранного материала покрытия должен существовать спектр длин волн и соответствующий ему спектр указанных толщин отражающего слоя вещества. Характер этих спектров строго индивидуален для вещества покрытия и определен его статическими и динамическими диэлектрическими свойствами. Спектр состоит из двух ветвей: низкочастотной и высокочастотной, различающихся лишь характером изменения значений

спектральных длин волн с увеличением требуемой толщины слоя вещества покрытия. Характерно, что у диэлектриков с малыми значениями ε_0 возможно вырождение спектра поглощения из-за исчезновения в них спектральных линий, соответствующих первым нулевым минимумам функции $\rho(l)$. В этой связи наибольший практический интерес представляют случаи слияния при определенном подборе величин ε_0 , ε_∞ вещества покрытия низкочастотной и высокочастотной ветвей спектра. Этим случаям соответствует расширенная по отношению к другим линиям спектра полоса поглощения электромагнитного излучения. Расчетные резонансные значения ε_0 , ε_∞ и τ при которых происходит слияние обеих ветвей спектра даны в таблице для первых пяти нулевых минимумов функции $\rho(l)$. По этим данным оно имеет место в центре дисперсионной области вещества покрытия при $\omega\tau=1$.

Таблица. Резонансные значения статической ε_0 и ε высокочастотной диэлектрических проницаемостей, времени релаксации τ и круговой частотой ω , соответствующие случаю слияния низко – и высокочастотных ветвей спектра резонансного поглощения для заданного n – го нулевого минимума коэффициента отражения ρ .

	ε	2.0	3.0	4.0	
	N	ε_0	$\omega\tau$	ε_0	$\omega\tau$
Номер нулевого минимума ρ	1	6.68	1.40	8.70	1.33
	2	3.50	1.15	4.75	1.14
	3	2.93	1.03	4.06	1.07
	4	2.66	1.03	3.74	1.03
	5	2.51	1.03	3.58	1.03
		ε_0	$\omega\tau$	ε_0	$\omega\tau$
		10.35	1.29	5.96	1.12
		5.16	1.06	4.84	1.03
		4.63	1.03		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученная функциональная связь между дисперсионными характеристиками вещества покрытия и условиями возникновения в нем безотражательного поглощения электромагнитного излучения могут быть использованы в практических задачах расчета неотражающих поглотителей резонансного типа.

- [1]. E.Salaev, E.Gasimov, S. Azizov, Ch. Qajar. Turkish journal of Phisiks, vol. 22, №5,1998, p. 389-393.
- [2]. И.П.Козлов Нормальное падение плоской электромагнитной волны на плоскостойный диэлектрик Вести Моск. авиац инст-т 1997, т 4, № 2,с. 37-41
- [3]. Н.М.Волков и др Электромагнитное излучение и волны Москва 1992
- [4]. Р.М.Касимов Инженерно – физический журнал, 1994, т. 67, №5-6, сс. 486-492
- [5]. Я.Ю.Ахадов Диэлектрические свойства чистых жидкостей. М.: Стандарты, 1972, 412 с