

У воды, как известно, существует много аномалий. Вода ассоциированная жидкость, в которой действуют довольно прочные межмолекулярные водородные связи. Между тем поведение воды в явлении Керра ничем не отличается от поведения наиболее простых жидкостей, в которых отсутствует какое-либо ориентационное взаимодействие. Что это, как не новая аномалия, понять которую довольно трудно. Остается лишь добавить, что в явлении диэлектрической поляризации также вода ведет себя как простая полярная жидкость, а отнюдь не как ассоциированная жидкость [9].

Литература

- [1] M. J. Aroney, M. R. Battaglia, R. Ferfoggia, D. Millar, R. K. Pierens. *Faraday Trans. II*, **3**, 724, 1976.
- [2] J. O. Ellis, J. P. Llewellyn. *J. Phys. E*, **10**, 1249, 1977.
- [3] M. Beevers, G. Khanarian. *Australian J. Chem.*, **32**, 263, 1979.
- [4] В. А. Замков. *ПТЭ*, № 4, 239, 1977.
- [5] М. В. Хашина. Автореф. канд. дис., Харьков, 1979.
- [6] M. Rauthenier. *J. Phys. Rad.*, **2**, 384, 1921.
- [7] М. Ф. Вукс. *Опт. и спектр.*, **21**, 697, 1966.
- [8] М. Ф. Вукс. *Ж. физ. химии*, **52**, 134, 1978.
- [9] М. Ф. Вукс. Сб.: *Физика жидкого состояния*, вып. 5, 3, Киев, 1977.
- [10] K. J. Mysels. *J. Amer. Chem. Soc.*, **86**, 3503, 1964.
- [11] G. Cohen, H. Eisenberg. *J. Chem. Phys.*, **43**, 3881, 1965.
- [12] J. P. Kratochvil, M. Kerker, L. E. Orpenheimer. *J. Chem. Phys.*, **43**, 914, 1965.

Поступило в Редакцию 5 января 1982 г.

УДК 535.417 : 535.345.6

ОСОБЫЕ ТОЧКИ НА СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЯХ R И Δ ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВЫХ МНОГОСЛОЙНИКОВ В ОБЛАСТИ ПРОЗРАЧНОСТИ

И. Н. Шкляревский, В. И. Храмцова и Е. А. Лунашко

Отрезающие фильтры и спектроделители создаются на базе состоящих из чередующихся слоев с высоким n_H и низким n_L показателем преломления четвертьволновых многослойников путем подавления вторичных максимумов отражения. Число вторичных максимумов и вид спектральных зависимостей коэффициентов отражения $R(\nu)$ и возникающих при отражении скачков фазы $\Delta(\nu)$ при фиксированных значениях n_H и n_L зависят от показателей преломления n подложки и n_0 второй ограничивающей многослойник среды [1, 2]. Соответствующим выбором n и n_0 можно улучшить условия подавления вторичных максимумов. Безразмерная величина $\nu = \lambda_0/\lambda$, где λ_0 — длина волны, для которой оптические толщины слоев являются четвертьволновыми.

В зависимости от знаков

$$r = \frac{n_0 - n}{n_0 + n}, \quad r' = \frac{n_0 n - n_H n_L}{n_0 n + n_H n_L} \quad (1)$$

кривые $\Delta(\nu)$ могут быть осциллирующими около постоянной величины или неосциллирующими, которые можно представить изменяющимися в интервале 2π . Для тех значений ν , при которых $\Delta(\nu)$ проходит через нуль, либо r^2 , либо r'^2 пересекает $R(\nu)$ [1]. Однако $R(\nu)$ пересекается этими величинами и при других значениях ν , связь которых с особыми точками на кривых $\Delta(\nu)$ в [1] не была установлена. Нам удалось это сделать при анализе зависимости дисперсии скачков фазы многослойников от показателей преломления окружающих сред. Полученные результаты приводятся ниже.

Возникающий при отражении света от четвертьволнового многослойника скачок фазы выражается следующей формулой [3, 4]

$$\text{tg } \Delta_{0m} = \frac{\rho_{1m}(1 - \rho_{01}^2) \sin(\Delta_{1m} - \pi\nu)}{\rho_{01}(1 + \rho_{1m}^2) \cos \Delta_{01} + \rho_{1m}(1 + \rho_{01}^2) \cos(\Delta_{1m} - \pi\nu)}, \quad (2)$$

где ρ_{01} , ρ_{1m} и Δ_{01} , Δ_{1m} — модули амплитудных коэффициентов отражения и скачки фазы внешнего слоя соответственно на границе с окружающей средой и с остальной частью многослойника. Из (2) вытекает, что для тех значений $\nu = \nu_0$, для которых

модуль скачка фазы

$$\Delta_{1m} - \pi \nu_0 = \pm \pi \quad (3)$$

$$|\Delta_{0m}| = \pi \nu, \quad (4)$$

где $p=0, 1, 2, \dots$. Условие (4) в точках $\nu = \nu_0$ выполняется при любых значениях n_0 , поскольку величина Δ_{1m} не зависит от последнего. В силу этого, не

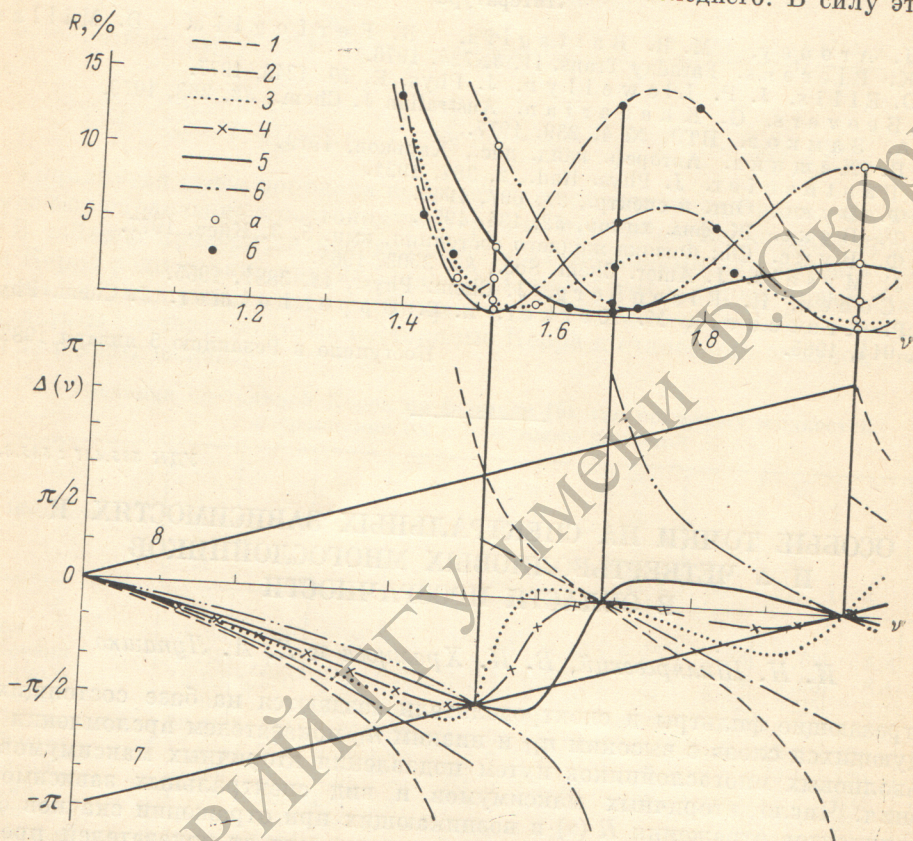


Рис. 1. Спектральные зависимости $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ трехслойника.

1—6 — соответствуют $n=1, 1.32, 1.52, 1.704, 2$ и 2.6 при $n_0=1.32$. 7 и 8 — $\Delta_x(\nu)$ и $\Delta_x(\nu) + \pi$. На кривых $R(\nu)$ отмечены $R=r^2$ (а) и $R=r'^2$ (б). Вертикальными линиями соединены не зависящие от n особые точки кривых $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$.

нарушая общности рассуждений, положим $n_0 = n_H$ для многослойника с четным $N=2k$ и $n_0 = n_L$ — с нечетным $N=2k+1$ числом слоев. Тогда выражения (1) примут следующий вид:

$$r = \frac{n_H - n}{n_H + n}, \quad r' = \frac{n - n_L}{n + n_L}, \quad (N=2k), \quad r = \frac{n_L - n}{n_L + n}, \quad r' = \frac{n - n_H}{n + n_H}, \quad (N=2k+1). \quad (5)$$

На рис. 1 и 2 приведены рассчитанные на ЭВМ зависимости $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ для многослойников с $N=3$ и $N=4$ при $n=1, 1.32, 1.52, 1.704, 2$ и 2.6 и $n_H=2.2$, $n_L=1.32$. Для многослойника с $N=3$ ради удобства система отсчета скачков фазы смещена на π , тогда в обоих случаях при $\nu=1$ $\Delta=0$. При этом кривые $\Delta(\nu)$ осциллируют около постоянного значения $\Delta=0$, если знаки r и r' одинаковы, и являются неосциллирующими, если знаки r и r' различны. Оказалось, что особые точки пересечения осциллирующих кривых с осью абсцисс можно разделить на два вида: значения ν'_0 одних не зависят от n подложки, значения же ν_0 других — зависят. Кроме того, соответствующие различным n осциллирующие кривые $\Delta(\nu)$ пересекаются в общих узловых точках

при определенных значениях ν'_x . В принятой нами системе отсчета значения Δ_x в этих узловых точках равно

$$\Delta_x = \pi \nu'_x - 2\pi. \quad (6)$$

Проведенные через узловые точки прямые $\Delta_x(\nu)$ пересекают осциллирующие кривые $\Delta(\nu)$ в точках, значения ν_x которых зависят от n подложки. Таким образом, пересечение кривых $\Delta(\nu)$ прямой $\Delta_x(\nu)$, как и в случае пересечения прямой $\Delta=0$, дает два вида особых точек, соответствующих независимым и зависящим ν от показателя преломления подложки. Этот вывод относится

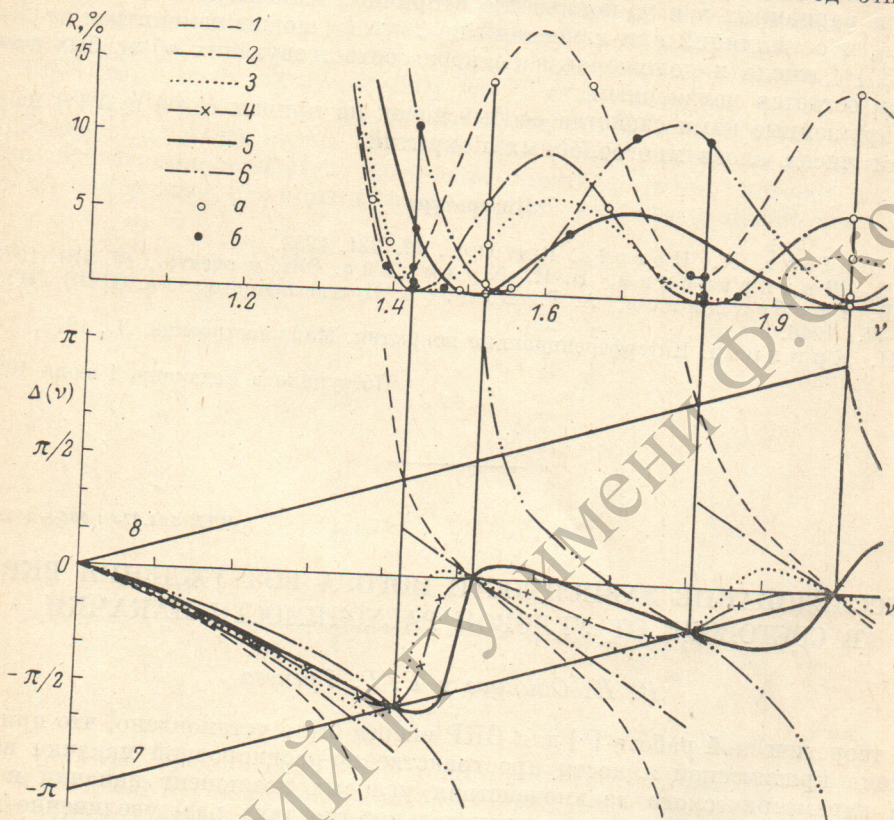


Рис. 2. Спектральные зависимости $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ четырехслойника. $n_0=2.2$. Обозначения те же, что и на рис. 1.

и к неосциллирующим кривым $\Delta(\nu)$, у которых особые точки получаются в результате пересечения прямыми $\Delta=0$ и $\Delta_x(\nu)$ или отличающимися от них на π значениями.

Заметим, что в условие (6) не входит значение N , т. е. при данных n и n_0 узловые точки для данной конструкции многослойников всегда находятся на прямой $\Delta_x(\nu)$ независимо от числа слоев. Для выполнения (4) необходимо, чтобы ν'_0 и ν_0 N -слойника соответственно равнялись ν'_x и ν_x $(N-1)$ -слойника (рис. 1 и 2). При $n < \sqrt{n_H n_L}$ число вторичных максимумов равно $N-1$, а для $n > \sqrt{n_H n_L} - N-2$ [2], и в соответствии с этим уменьшается число периодов осцилляций $\Delta(\nu)$. На рис. 1 и 2 пересечение зависимостей $R(\nu)$ величинами r^2 и r'^2 отмечено точками. При этом одна часть соответствующих этим точкам значений ν совпадает в согласии с [1] с ν'_0 и ν_0 , вторая же часть ν совпадает с ν'_x и ν_x и, следовательно, дает значения ν , при которых $\Delta(\nu)$ многослойника, состоящего из $N+1$ слоя, пересекает ось абсцисс. Если $n=n_L$, то, как следует из (5), для $N=2k$ $r'=0$, а для $N=2k+1$ $r=0$, и число особых точек на зависимостях $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ уменьшается вдвое, а $\Delta(\nu)$ приобретает особый вид (кривые 2 на рис. 1 и 2). При $n=\sqrt{n_H n_L}$ $r=r'$ и точки пересечения $R(\nu)$ вели-

чинами r^2 и r'^2 совпадают. В этом случае кривая $\Delta(\nu)$ касается прямой $\Delta_x(\nu)$ и оси абсцисс соответственно в особых точках ν'_x и ν'_0 (кривые 4 на рис. 1 и 2).

Проведенные расчеты $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ для ряда многослойников с различными наборами величин n и n_0 показали, что описанные выше закономерности сохраняются. Однако обнаружен и ряд новых особенностей. Так, особые точки, соответствующие ν'_x и ν_x , зависят от n_0 , смещаясь в коротковолновую область спектра с ростом последнего. При отличных от рассмотренных нами значений n_0 , равных n_L или n_H , проведенные через особые точки ν'_x зависимости $\Delta_x(\nu)$ не являются прямыми линиями. Несмотря на то что у данного многослойника при вариациях n и n_0 количество вторичных максимумов $R(\nu)$, а следовательно, и осцилляций или изменений на $2\pi \Delta(\nu)$ может изменяться от $N-1$ до $N-3$ [2], число и положение в спектре соответствующих ν'_0 особых точек при этом остается неизменным.

Обнаруженные нами свойства особых точек на кривых $R(\nu)$ и $\Delta(\nu)$ не зависят от числа слоев многослойных покрытий.

Литература

- [1] Ch. Dufour, A. Herpin. Rev. Opt., 32, 321, 1953.
- [2] И. Н. Шкляревский, В. И. Храмцова. Опт. и спектр., 45, 570, 1973.
- [3] И. В. Гребенщиков, А. Г. Власов. Просветление оптики. ОГИЗ ГИТТЛ, М.—Л., 1946.
- [4] Т. Н. Крылова. Интерференционные покрытия. Машиностроение, Л., 1973.

Поступило в Редакцию 1 июля 1981 г.

УДК 621.373 : 535+535.375.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОРОГА ВОЗБУЖДЕНИЯ ВКР В СВЕТОВОДЕ ОТ УГЛОВОЙ РАСХОДИМОСТИ НАКАЧКИ

В. И. Одинцов и Е. Г. Тренева

В теоретической работе [1] для ВКР вперед было установлено, что при превышении критической яркости пространственно-неоднородной накачки вследствие параметрического взаимодействия угловых компонент накачки и рассеянного излучения происходит значительное (до двух раз) увеличение коэффициента усиления стоксовой волны. В [2] при учете «обращенного» решения (не рассматривавшегося в [1]) было показано, что такое же увеличение коэффициента усиления имеет место и при обратном ВКР, причем значения критической яркости накачки в обоих случаях совпадают. Возрастание коэффициента усиления ВКР вперед рассматривалось в связи с вопросом о воспроизведении волнового фронта пространственно-неоднородной накачки в [3] и ряде других работ. Экспериментально увеличение коэффициента усиления наблюдалось при ВКР в поле двух пересекающихся одномодовых лазерных пучков [4], а также в фокусированном многомодовом пучке накачки в режиме усиления [5]. В настоящей работе проведено экспериментальное исследование этого явления при возбуждении ВКР в световоде, что значительно облегчает сравнение с теоретическими оценками.

ВКР возбуждалось в метане при давлении 30 атм излучением многомодового рубинового лазера с длительностью импульса 25 нс и спектральной шириной $\sim 5 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$. В резонаторе лазера вблизи выходного зеркала устанавливалась диафрагма, позволявшая уменьшать угловую расходимость излучения. Изображение диафрагмы проектировалось на входной торец световода с помощью двух сменных софокусных линз. Другая диафрагма, устанавливавшаяся в общей фокальной плоскости этих линз, позволяла срезать крылья углового распределения накачки. Световод, располагавшийся внутри юветы высокого давления, представлял собой кварцевую трубку длиной 82 см и внутрен-