

НЕСТАЦИОНАРНОЕ ВЫНУЖДЕННОЕ РАССЕЯНИЕ
НА ПОЛЯРИТОНАХ В ЙОДАТЕ ЛИТИЯ

К. В. Карменян, Ю. С. Чилингарян

Повышенный интерес к исследованию процесса вынужденного комбинационного рассеяния на поляритонах объясняется как возможностью перестройки частоты лазерного излучения с высоким коэффициентом преобразования, так и возможностью получения информации о дисперсионных характеристиках среды. Кроме того вывод инфракрасных колебаний из кристалла позволяет получить перестраиваемый лазер и в далекой инфракрасной области [1].

Настоящее сообщение посвящено первым экспериментальным исследованиям ВКР на поляритонах в нестационарном режиме (при пикосекундной накачке). Рассеяние, в частности, исследовалось в ионном кристалле йодата лития, который принадлежит пространственной группе симметрии $R6_3(C_6)$ с двумя молекулами в единичной ячейке и имеет богатый спектр инфракрасно-активных и неактивных переходов [2, 3]. Однако, поскольку вынужденное рассеяние развивается колинечно с волной накачки, без дополнительных условий (типа поперечных резонаторов) число возбуждаемых колебаний ограничено. Вместе с тем, возбуждение колебаний с помощью широкого спектра может создать возможность для наблюдения ВР и на низших модах, которые при этом захватываются крылом линии спектра накачки.

В частности, такое усиление наблюдалось в спектре второй гармоники, генерируемой пикосекундными импульсами в йодате лития¹⁾.

В наших экспериментах волной накачки служило излучение второй гармоники лазера на стекле с неодимом с синхронизацией мод. Удвоение частоты производилось кристаллом KDP длиной 25 мм. При такой длине эффекты группового запаздывания сказываются слабо на спектре второй гармоники, который при этом имеет гладкую огибающую (квазистатическая длина для KDP составляет примерно 30 мм [4]). Интенсивность второй гармоники составляла $I_{2\omega} \approx 10^9$ вт. Луч лазера фокусировался внутри образцов $LiJO_3$ линзой с фокусным расстоянием $f = 192$ мм, что обеспечивало угловую апертуру внутри кристалла примерно $\pm 1,5^\circ$.

В экспериментах использовались кристаллы, ориентированные по всем трем осям, а также кристалл, срезанный под углом 45° по отношению к осям y и z .

При использовании кристалла ориентированного по z с поляризацией по x (длина кристалла 10 и 30 мм) наблюдалось рассеяние на частоте 765 см⁻¹, что, по-видимому, соответствует моде E_2 , активной в комбинационном рассеянии [2,3]. Коэффициент преобразования в первую стоксову компоненту, определенный по максимуму интенсивности,

¹⁾ Будет опубликовано в "Известиях АН Армянской ССР" (Р.Н.Гюзялян, К.В.Карменян, Ю.С.Чилингарян).

составлял $\sim 25\%$, а во вторую стоковую компоненту $\sim 13\%$. При этом ширина линии на полувысоте составляла ~ 230 и $\sim 160 \text{ см}^{-1}$ для первой и второй стоковых компонент, соответственно, тогда как ширина несмещенной линии достигала $\sim 300 \text{ см}^{-1}$.

При изменении ориентации кристалла относительно возбуждающего луча на $\pm 10^\circ$ смещения частоты не было замечено.

Применив кристалл, вырезанный под углом 45° (длина кристалла 10 мм) по отношению к осям y и z с возбуждающим излучением, поляризованным по x , был получен спектр представленный на рис. 1. Как видно из рисунка, при такой геометрии кристалла возбуждаются колебания с частотами $\sim 760 \text{ см}^{-1}$ и $\sim 825 \text{ см}^{-1}$. Ошибка измерений во всех опытах не превышала $\pm 5 \text{ см}^{-1}$.

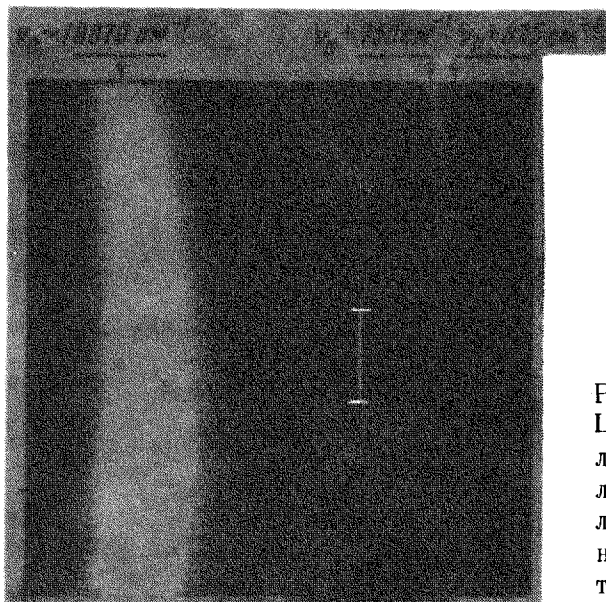


Рис. 1. ВКР в кристалле LiJ O_3 , срезанном под углом 45° к осям y и z с поляризацией накачки параллельно оси x . Вертикальный масштаб — 1° вне кристалла

При этом шель спектрографа располагалась в фокусе линзы так, что полученное изображение дает спектральное распределение комбинационного рассеяния в кристалле в зависимости от угла.

Полученные частотные смещения трудно однозначно интерпретировать, в частности, ввиду имеющегося разногласия в интерпретации линий, полученных из спектров спонтанного КР [3, 4], в которой мода 824 см^{-1} рассматривается как принадлежащая к различным типам симметрии. Однако считается более вероятным, что эта мода является смешанной $A + E_1$ модой [4], иначе эта же линия должна была бы появиться и в случае z ориентации кристалла.

При ориентациях кристалла с поляризацией возбуждающего излучения по x возбуждалось ВКР на поляритонах ИК активной A моды 795 см^{-1} [5] с частотой $\sim 755 \text{ см}^{-1}$, что обусловлено дисперсионными характеристиками среды.

Было зарегистрировано до трех стоковых и двух антистоковых компонент ВКР. На микрофотограмме, представленной на рис. 2 отчетливо видно насыщение первой и второй стоковых компонент.

Антистоксовы компоненты генерировались в конусах, для которых выполняются законы сохранения импульса для четырехфотонного взаимодействия. На рис. 3 приведена микрофотограмма углового распределения первой антистоксовой компоненты. Угол между осью луча накачки с образующей конуса в нашем случае составлял $\sim 1^\circ 10'$ внутри кристалла, в то время как расчеты по дисперсионным кривым йодата лития [6] дают $1^\circ 25'$, что, по-видимому, свидетельствует об изменении показателя преломления в области взаимодействия. В пользу этого свидетельствует также и уширение линий, одним из возможных механизмов которого является фазовая самомодуляция, обусловленная изменением показателя преломления, что должно приводить к большому уширению несмещенной компоненты [7]. Перестройка частоты поляритонной моды типа А в области $755 \div 790 \text{ см}^{-1}$ лучше прослеживается на антистоксовой компоненте.

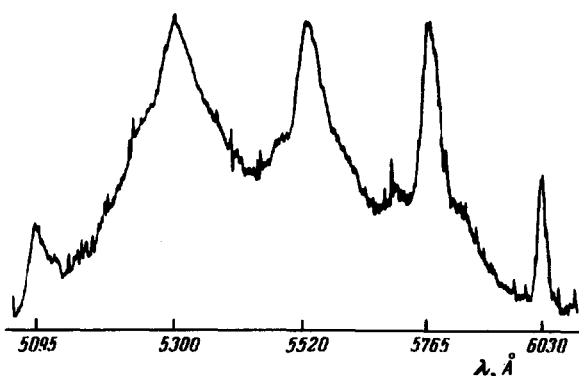


Рис. 2. Микрофотограмма спектра ЕКР в LiIO_3 (y -срез, $E \parallel x$)

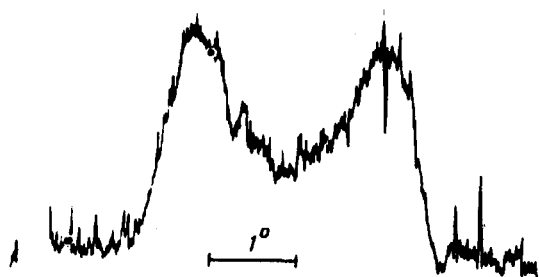


Рис. 3. Микрофотограмма угловой зависимости антистоксовой компоненты ВКР в LiIO_3 (y -срез, $E \parallel x$) угловой масштаб — 1° внутри кристалла

Когда возбуждающее излучение распространялось вблизи x — оси кристалла как обыкновенный луч, наблюдалась перестройка частоты ВКР. На стоксовой компоненте проследить зависимость частотного смещения от угла поворота кристалла не удалось. Меньшая спектральная ширина антистоксовой компоненты позволяет лучше проследить зависимость смещения от угла поворота, которая представлена на рисунке 4.

В случае, когда возбуждающее излучение распространялось в x -направлении как необыкновенный луч, между первой и второй антистоксовыми компонентами наблюдается добавочная спектральная полоса, частота сдвига которой от возбуждающей лежит в пределах от 1050 до 1300 см^{-1} . График перестройки этой полосы представлен на рис. 5. В

то же время в стоксовой области аналогичной линии не было, что исключает возможность объяснения ее как четырехфотонного параметрического распада. По-видимому, эту добавочную полосу можно объяснить как сумму сплошного инфракрасного излучения, обусловленного нагревом кристалла вследствие поглощения и возбуждающего излучения.

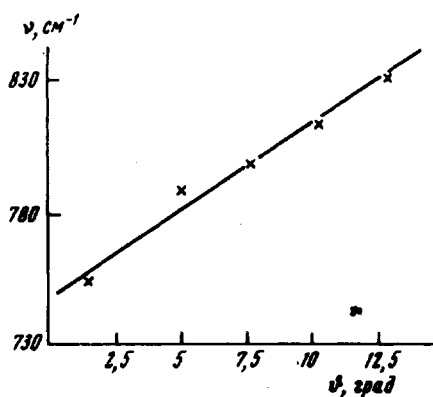


Рис. 4. Зависимость частоты антистоксовой компоненты от угла отклонения от x-оси (угол отсчитывается вне кристалла)

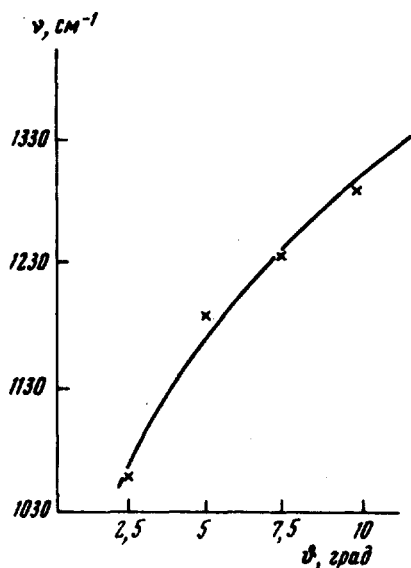


Рис. 5. Зависимость частоты добавочной спектральной линии от угла поворота (угол отсчитывается вне кристалла).

При этом, в зависимости от ориентации кристалла, синхронизм такого взаимодействия должен выполняться на различных частотах. В пользу этого механизма свидетельствует также то, что это излучение имеет диффузный характер.

Эффективность преобразования в эту перестраиваемую частоту была порядка 1% от интенсивности второй гармоники при длине кристалла 23 мм.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ереванский
государственный университет

Поступила в редакцию
20 декабря 1972 г

Литература

- [1] I.M.Yarborough, S.S.Sussman, H.E.Puthoff, R.H.Pantell, B.C.Johnson. Appl. Phys. Lett., 15, 102, 1969.
 - [2] R.Claus, H.W.Shrötter, H.H.Hacker, S.Haussühl. Z.Naturforsch, 24a, 1733, 1969.
 - [3] W.Otaguro, E.Wiener - Avnear, C.A.Arguello, S.P.S. Porto. Phys. Rev., B4, 4542, 1971.
 - [4] С.А.Ахманов, А.П.Сухоруков, А.С.Чиркин. ЖЭТФ, 59, 1430, 1968.
 - [5] E.Amzallag, T.S.Chang, B.S.Johnson, R.H.Pantell, H.E.Puthoff. J. of Appl. Phys., 42, 8, 3251, 1971.
 - [6] S.Umegaki, S.I.Tanaka, T.Uchiyamu, S.Jabumoto. Opt. Communication, 3, 244, 1971.
 - [7] С.А.Ахманов, К.Н.Драбович, А.П.Сухоруков, А.К.Шеднова. ЖЭТФ, 62, 525, 1972.
-