

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОГОВ ВЫНУЖДЕННОГО РАССЕЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА-БРИЛЛЮЭНА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД НА ВОЛНАХ 0,35; 0,69 И 1,06 мк

Г.М.Зверев, А.Д.Мартынов

Мы измерили пороги вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) под углом $\theta = 180^\circ$ (рассеяние назад) в хлорбензоле, воде, силикатном стекле К-8 и кристаллическом кварце для длин волн 0,35 мк (вторая гармоника рубинового лазера, максимальная энергия $E_M = 0,07$ дж при длительности импульса $\tau = 15$ нсек), 0,69 мк (рубиновый лазер с просветляющимся красителем, $E_M = 0,7$ дж, $\tau = 25$ нсек) и 1,06 мк (лазер на стекле КГСС-7 с просветляющимся красителем, $E_M = 0,5$ дж, $\tau = 15$ нсек).

В нашей работе был развит и использован упрощенный метод наблюдения ВРМБ, состоящий в следующем.

Излучение лазера с модуляцией добротности (рис.1) фокусировалось линзой 7 в образец 8. Пластина 5 выводила часть рассеянного назад

света на экран *б*. Возникновение рассеянного назад ВРМБ регистрировалось по появлению небольшого яркого пятна на экране *б* (рис.2, *а* см. вклейку). Одновременная регистрация спектра рассеянного света с помощью интерферометра Фабри-Перо [2] и пятна на экране показала, что во всех случаях порог возникновения пятна соответствовал появлению первой стоксовой компоненты ВРМБ.

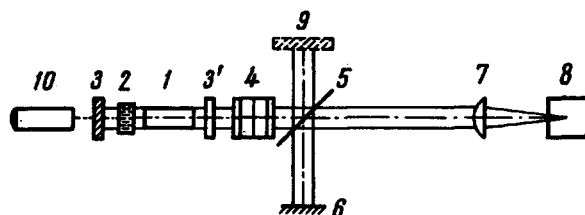


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – активный элемент ОКГ (рубин или стекло с неодимом); 2 – кювета с просветляющим красителем; 3 – зеркало $R = 1$; 3' – полупрозрачное выходное зеркало; 4 – ослабляющие фильтры и кристалл КДР (для $\lambda = 0,35 \text{ мк}$); 5 – полупрозрачная отклоняющая плоскопараллельная пластинка или клин; 6 – экран; 7 – линза; 8 – исследуемый образец; 9 – зеркало, используемое только при снятии интерферограмм при помощи интерферометра Фабри-Перо; 10 – He–Ne лазер

Интересно отметить, что из-за расходимости первичного пучка рассеянный назад свет является сходящимся. Фотография пучка в минимальном сечении приведена на рис.2, *б*. Форма и структура пятна на экране *б* повторяет в основном первичный пучок и не зависит от рассеивающей среды и фокусного расстояния линзы 7 (в пределах от 75 до 800 мк). Во всех случаях апертура рассеянного назад света соответствовала апертуре первичного пучка и не зависела от диаметра фокусирующей линзы, указывая на то, что происходит вынужденное рассеяние в обратном направлении. Причины отсутствия рассеяния в других направлениях требуют дополнительного исследования. При значительном превышении мощности первичного излучения над порогом мощность излучения ВРМБ, рассеянного назад, составляет более 50% от мощности возбуждающего света для всех исследованных образцов.*

Пороговые энергии в нефокусированном пучке, найденные в стандартных условиях эксперимента (фокусировка линзой $f = 75 \text{ мм}$), приведены в таблице.

Сравнение пороговых плотностей мощности на различных частотах требует учета различного распределения интенсивности в фокусе линзы, что в нашей работе не проводилось. Сравнение же порогов на одной и той же частоте для различных веществ может быть проведено. Точность определения порогов на каждой частоте составляет 20-30% (для хлорбензола — около 50%).

Следует отметить, что на всех частотах ВРМБ для хлорбензола примерно на порядок ниже порога ВРМБ для воды. Это может быть связано с низким порогом самофокусировки в хлорбензоле [5,6]. Величины пороговых энергий для каждой из этих жидкостей примерно одинаковы на всех частотах. Для стекла К-8 порог ВРМБ для красного и инфракрасного света примерно совпадает с порогом этого эффекта для воды, на волне 0,35 мк в стекле ВРМБ не наблюдается, что может быть связано с заметным поглощением стекла в этой области спектра.

Т а б л и ц а

Пороговые энергии в нефокусированном пучке для обратного ВРМБ, возбуждаемого в фокусе линзы ($f = 75$ мм)

Вещество	$\lambda = 1,06$ мк	$\lambda = 0,69$ мк	$\lambda = 0,35$ мк
Хлорбензол	0,01 дж	0,02 дж	0,01 дж
Вода	0,07 дж	0,10 дж	0,10 дж
Стекло К-8	0,07 дж	0,09 дж	—
Кварц монокристаллический (вдоль оси Z)	0,06 дж	0,11 дж	0,01 дж

Для кварца же на волне 0,35 мк порог ВРМБ понижается почти на порядок по сравнению с волнами 1,06 и 0,69 мк и становится сравнимым с порогом для хлорбензола. При этом наблюдается изменение характера разрушения: на волнах 0,69 и 1,06 мк разрушение имеет вид точечного поражения в фокусе, сопровождаемого растрескиванием материала; на волне 0,35 мк разрушение имеет вид цепочки повреждений, начинающихся в фокусе и продолжающихся на несколько миллиметров за область фокуса. Вероятно, понижение порога и изменение характера разрушения связано с явлением самофокусировки. Эффект ВРМБ был обнаружен нами на волне 0,35 мк также и для кристаллов рубина, для которых нитевидные разрушения, связанные с самофокусировкой, наблюдались ранее [7]. На других частотах в наших экспериментах ВРМБ в рубине не наблюдалось. Для кварца и стекла К-8 на всех частотах разрушение образцов лазерным излучением наблюдается с порогом, примерно (с точностью 20%) соответствующим порогу обратного ВРМБ. Это

говорит о том, что явление вынужденного рассеяния может играть заметную роль в процессе разрушения этих материалов [8, 9].

Поступило в редакцию
7 сентября 1967 г.

Литература

- [1] M.Mayer, W.Rother, W.Kaiser. Phys. Lett., 23, 83, 1966.
- [2] R.Y.Chiao, C.H.Townes, B.P.Stoicheff. Phys. Rev. Lett., 12, 592, 1964.
- [3] G.G.Bret, M.M.Denariez. Appl. Phys. Lett., 8, 151, 1966.
- [4] D.Pohl. Phys. Lett., 24A, 239, 1967.
- [5] F.De Martini. Appl. Phys. Lett., 9, 31, 1966.
- [6] N.Bloembergen, P.Lallemant, A.Pine. IEEE J.Quant. Electr. QF-2, 246, 1966.
- [7] Г.М.Зверев, Т.Н.Михайлова и др. Письма ЖЭТФ, 5, 391, 1967.
- [8] C.R.Giuliano. Appl. Phys. Lett., 5, 137, 1964.
- [9] И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., Изд-во "Наука", 1965.

* Столь значительная мощность рассеяния назад наблюдалась ранее только для сероуглерода [1,3,4].

Вклейка к ст. Г. М. Зверева и др. (стр. 931)

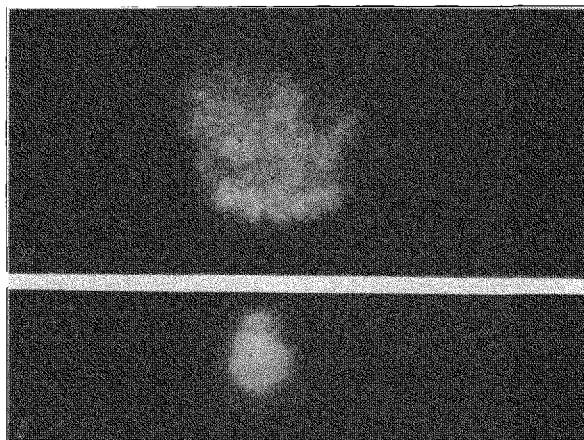


Рис. 2. а — пятно на экране при возникновении обратного ВРМБ (увеличенное в 4 раза), б — то же самое пятно в минимальном сечении (увеличенное в 8 раз)