

Рис. 3. Одновременно полученные осциллограммы и интерферограммы рассеянного излучения при давлении в камере 150 атм: а — осциллограммы, полученные от $F-d_1$; б—г (слева) — интегральные интерферограммы $F-P_2$; б—д (справа) — спектры ВРМБ, развернутые во времени на ЭОП (масштаб времени такой же что и на осциллограммах а, время возрастает слева направо)

**РАЗВИТИЕ ВЫНУЖДЕННОГО РАССЕЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА –
БРИЛЛЮЭНА ВО ВРЕМЕНИ В ГАЗООБРАЗНОМ АЗОТЕ ПРИ 150 атм**

*В.В.Коробкин, Д.И.Маш, В.В.Морозов, И.Л.Фабелинский,
М.Я.Щелев.*

Обнаруженное ранее вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна (ВРМБ) в водороде, азоте и кислороде при повышенном давлении [1] возникало в сфокусированном луче гигантского импульса рубинового лазера, причем вместе с этим наблюдалось возникновение плазмы. Представлялось поэтому важным выяснить, в какой интервал времени возникает и развивается ВРМБ по отношению к времени возникновения плазмы.

С другой стороны, в предыдущем опыте [1] наблюдалось до четырех стоксовых и одна антистоксова компоненты ВРМБ. Если приписать по-

явление этих компонент последовательному рассеянию [2], то учитывая условия опыта [1], на появление всех компонент потребовалось бы длительное время. Поэтому следовало выяснить, каков механизм возникновения этих компонент.

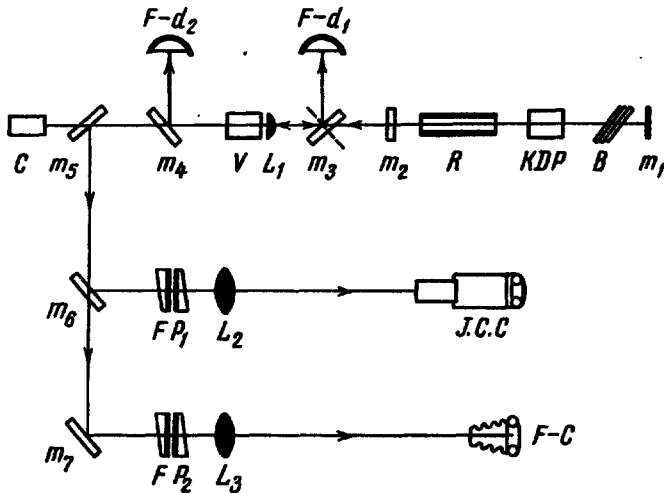


Рис.1. Схема установки: m_1 – диэлектрическое зеркало $R_{\text{отр}} \sim 100\%$; B – стопа Брюстера; KDP – ячейка Поккельса на кристалле KDP ; R – рубин длиной 120 мм, диаметр 12 мм; m_2 – диэлектрическое зеркало ($R_{\text{отр}} \sim 30\%$); m_3, m_4 – плоскопараллельные стеклянные пластинки; $F-d_1, F-d_2$ – фотодиоды; V – газовая камера; L_1 – линза ($f = 3 \text{ см}$); m_5, m_6, m_7 – серебряные зеркала ($R_{\text{отр}} = 80, 50, 96\%$, соответственно); C – калориметр, $F-P_1, F-P_2$ – интерферометры Фабри-Перо (область дисперсии $0,166 \text{ см}^{-1}$); L_2, L_3 – объективы ($f = 80$ и 70 см , соответственно); $I.C.C.$ – электронно-оптический преобразователь, $F-C$ – фотокамера

В настоящем письме сообщается об исследовании развития ВРМБ и плазмы во времени. Использовался метод скоростной развертки по времени на ЭОП, развитый в обзоре [3]. Опыты осуществлялись с аппаратурой такого же типа как описано в [4].

Схема установки, приведенная на рис.1, позволяла одновременно с помощью фотодиодов (ФЭК-09) записывать временные изменения интегральной интенсивности прошедшего и рассеянного назад света, а с помощью интерферометров Фабри-Перо и электронно-оптического преобразователя (ПИМ-3) получать как интегральные, так и развернутые во времени спектрограммы ВРМБ.

Разрешающая сила по времени в целом составляла $1,5 - 2 \text{ нсек}$ и определялась временем установления интерференционной картины в интерферометре Фабри-Перо. Мощность гигантского импульса лазера, использовавшегося в этой работе, составляла $40-50 \text{ Мвт}$ при длительности $\sim 20 \text{ нсек}$. Свет фокусировался линзой с $f = 3 \text{ см}$ внутрь газовой камеры, наполненной азотом при давлении 150 атм . В спектре ВРМБ наблюдалось до четырех стоксовых компонент.

На рис.2, а приведена для примера запись формы гигантского импульса прошедшего света, когда плазма и ВРМБ не возникает (кривая 1). Кривая 1 на рис.2,б соответствует давлению 1 атм, при котором ВРМБ не возникает, а возникает только плазма.

Кривая 2, на рис.2,б соответствует давлению 150 атм, когда возникает ВРМБ и плазма, при этом форма возбуждающего импульса (кривая 1) была записана с помощью $F-d_1$ (плоскопараллельная пластинка m_3 в этом случае занимала положение, обозначенное штриховой линией на рис.1).

Из сравнения кривых рис.2 видно, что по-видимому за счет взаимодействия рассеянного, в обратном направлении, излучения с лазерным излучением в самом генераторе происходит изменение формы импульса

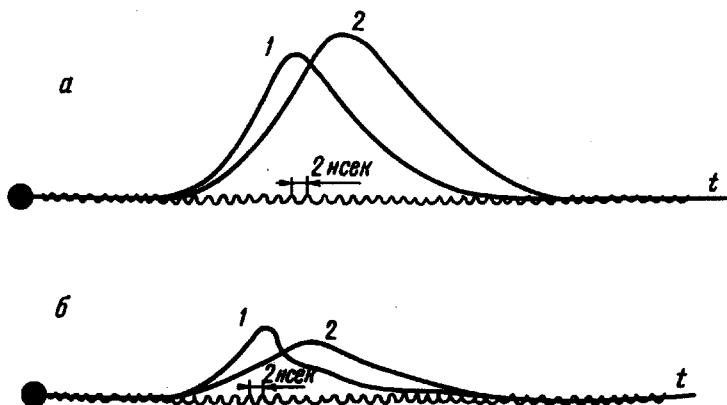


Рис.2. Совмещенные осциллограммы падающего и прошедшего газовой камеру излучений (объяснения в тексте)

лазера, что, в свою очередь, может приводить к затягиванию момента образования плазмы.*

Калориметрические измерения показали, что общая энергия прошедшего света, когда возникает плазма при давлении 1 атм, на ~40% меньше по сравнению с энергией прошедшего света при давлении 150 атм, когда ВРМБ предшествует плазме.

При последовательном рассеянии компоненты ВРМБ появляются через 7-8 нсек, что согласуется с геометрическими размерами установки, а плазма возникает на 8-10 нсек позже, чем при атмосферном давлении, когда ВРМБ нет. Этому случаю соответствуют кривые 1,2 на рис.2,б и кривая 1 рис.3,а ** (см.вкл.).

Кроме механизма последовательного ВРМБ может реализоваться и такой механизм ВРМБ, при котором стоксова компонента частоты ω_{s1} достигает достаточной интенсивности, чтобы вызвать себе подобную компоненту частоты ω_{s2} без усиления в рубине. В этом случае компонента ВРМБ (ω_{s2}), распространяясь по направлению лазерного излучения, будет регистрироваться интерферометрически в момент ее возникновения, а компонента ВРМБ (ω_{s1}) – после усиления в лазере, см. рис.3,а (кривая 2) и рис.3,в,г.

Такое рассеяние, возникающее в области взаимодействия световых волн, мы будем называть повторным вынужденным рассеянием Мандельштама – Бриллюэна.

Иногда можно видеть, что компонента (ω_{s2}) состоит из двух линий разной интенсивности. Более интенсивная линия оказывается смещенной по частоте на величину $\sim 0,006 \text{ см}^{-1}$ и совпадает с одной из собственных частот резонатора. Это смещение объясняется, по-видимому, тем же, что и в работе [5].

По положению компонент ВРМБ была рассчитана скорость гиперзвука, которая оказалась равной $320 \pm 20 \text{ м/сек}$.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что ВРМБ возникает и протекает до момента образования плазмы (после этого момента ВРМБ не наблюдалось). Поэтому изотермическая скорость гиперзвука, найденная в [1], а также в [6,7], не может быть объяснена предположением о возрастании теплопроводности [1].

Одновременной реализацией повторного и последовательного рассеяния можно объяснить возникновение большого числа компонент ВРМБ в газах, несмотря на то, что возникновение плазмы обрывает ВРМБ.

В рассеивающем объеме могут генерироваться интенсивные гиперзвуковые волны как в прямом, так и в обратном направлении, что, в свою очередь, должно способствовать возникновению "антистоксовых" компонент. Возможно этим и объясняется наблюдавшаяся раньше антистоксова компонента [1].

Физический институт
им. П.Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
23 марта 1967 г.

Литература

- [1] Д.И. Маш, В.В. Морозов, В.С. Старунов, И.Л. Фабелинский. Письма ЖЭТФ, 2, 562, 1965.
- [2] И.Л. Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. Изд-во "Наука", Москва, 1965.
- [3] E.K. Zavoisky, S.D. Fanchenko. Appl. Opt., 4, 1155, 1965.
- [4] В.В. Коробкин, А.М. Леонтович, М.Н. Попова, М.Я. Шелев. ЖЭТФ, 52, вып. 7, 1967.
- [5] R.G. Brewer. Appl. Phys. Lett., 9, 51, 1966.
- [6] E.E. Hagenlocker, W.G. Rado. Appl. Phys. Lett., 7, 236, 1965.
- [7] D.H. Rank. J. Opt. Soc. Amer., 56, 174, 1965.

* Кривые рис. 2, а, б совмещены точками, в которых начинается отклонение кривых от горизонтали.

** В прошедшем свете пульсации формы импульса (кривая 2 на рис. 2б) практически незаметны, в то время как в излучении, рассеянном в обратном направлении (кривые 1, 2 на рис. 3, а), они наблюдаются. Уменьшение пульсаций возможно из-за взаимодействия КМБ, рассеянных в обратном направлении с лазерным излучением в самом генераторе.