

ФОРМИРОВАНИЕ МОШНЫХ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ РАССЕЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА – БРИЛЛЮЭНА И ВЫНУЖДЕННОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

А.З.Граскк, В.В.Рагульский, Ф.С.Файзулов

Нами наблюдалось самовозбуждение и развитие во времени вынужденного рассеяния Мандельштама – Бриллюэна (ВРМБ) в сжатом газообразном азоте, кювета с которым находилась в резонаторе рубинового лазера (рис. 1). При этом одновременно генерировались мощные (~ 100 Мвт) импульсы на двух длинах волн $\lambda = 6943 \text{ \AA}$ (ВРМБ) и $\lambda_1 = 8280 \text{ \AA}$ (первая стоксова компонента ВКР в азоте).

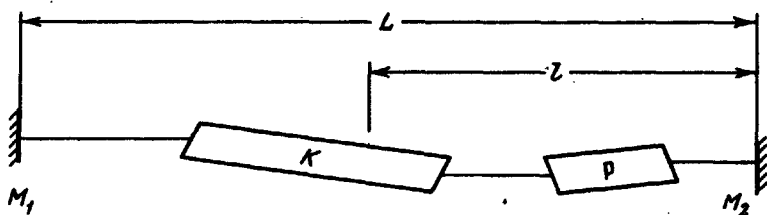


Рис. 1. Блок-схема установки: M_1 и M_2 – зеркала с коэффициентами отражения соответственно: R_1 и R_2

$$R_1 = \begin{cases} 99\% & \text{при } \lambda = 6943 \text{ \AA} \\ 12\% & \text{при } \lambda_1 = 8280 \text{ \AA} \end{cases}$$

$$R_2 = \begin{cases} 60\% & \text{при } \lambda = 6943 \text{ \AA} \\ 97\% & \text{при } \lambda_1 = 8280 \text{ \AA} \end{cases}$$

К – кювета длиной 1 м со сжатым до 500 атм азотом,
Р – рубин длиной 23 см и диаметром 1,5 см, $L = 4 + 13,5$ м, $l = 2,5$ м

Течение процесса во времени показано на рис. 2. Сначала возникает генерация на зеркалах M_1 и M_2 (рис. 1). Генерируется микросекундный импульс, который имеет регулярную структуру с периодом $2L/c$ (рис. 2, а). Его мощность ~ 10 кВт, ширина линии $< 0,01 \text{ см}^{-1}$. Излучение, проходящее через кювету с азотом, частично отражается за счет рассеяния Мандельштама – Бриллюэна и переходит в его первую стоксову компоненту. Это приводит к появлению дополнительных пиков

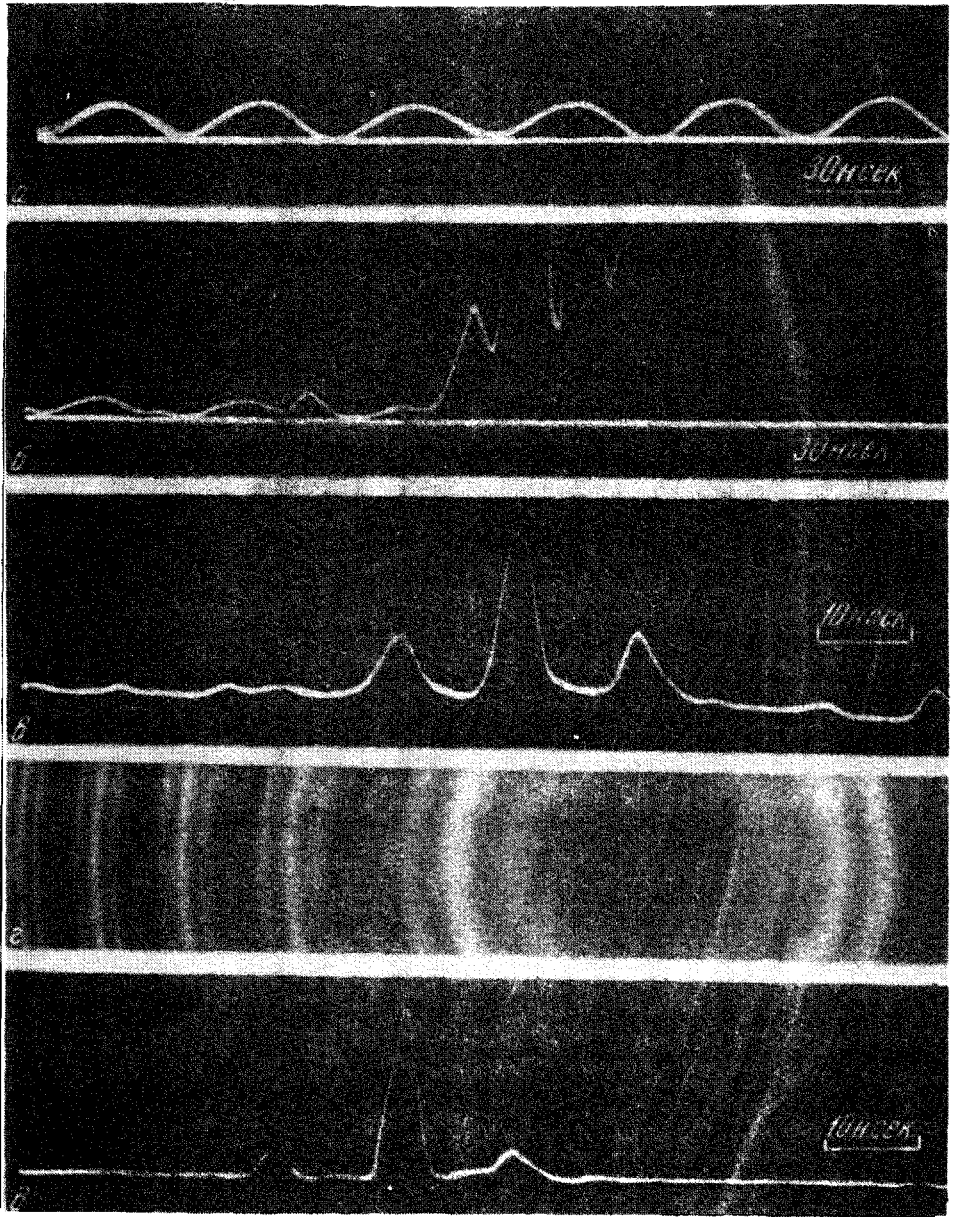


Рис. 2. Осциллограммы процесса формирования наносекундных импульсов: *а* – структура импульса в режиме свободной генерации, *б* – самовозбуждение ВРМБ, *в* – структура импульса на длине волны $\lambda = 6943 \text{ \AA}$, *г* – спектр излучения в области 6943 \AA , *д* – импульс на длине волны $\lambda_1 = 8280 \text{ \AA}$. Длина резонатора равна $7,5 \text{ м}$; энергия накачки $\sim 2,7 \text{ кДж}$; временное разрешение аппаратуры $\sim 1,5 \text{ нсек}$; расстояние между зеркалами эталона Фабри – Перо равно 2 см

(рис. 2, б) рядом с регулярными пульсациями. Максимумы дополнительных пиков смещены во времени по отношению к максимумам регулярных пульсаций на $2\ell/c$. С ростом интенсивности первой стоксовой компоненты ВРМБ увеличивается доля отраженного азотом света, что

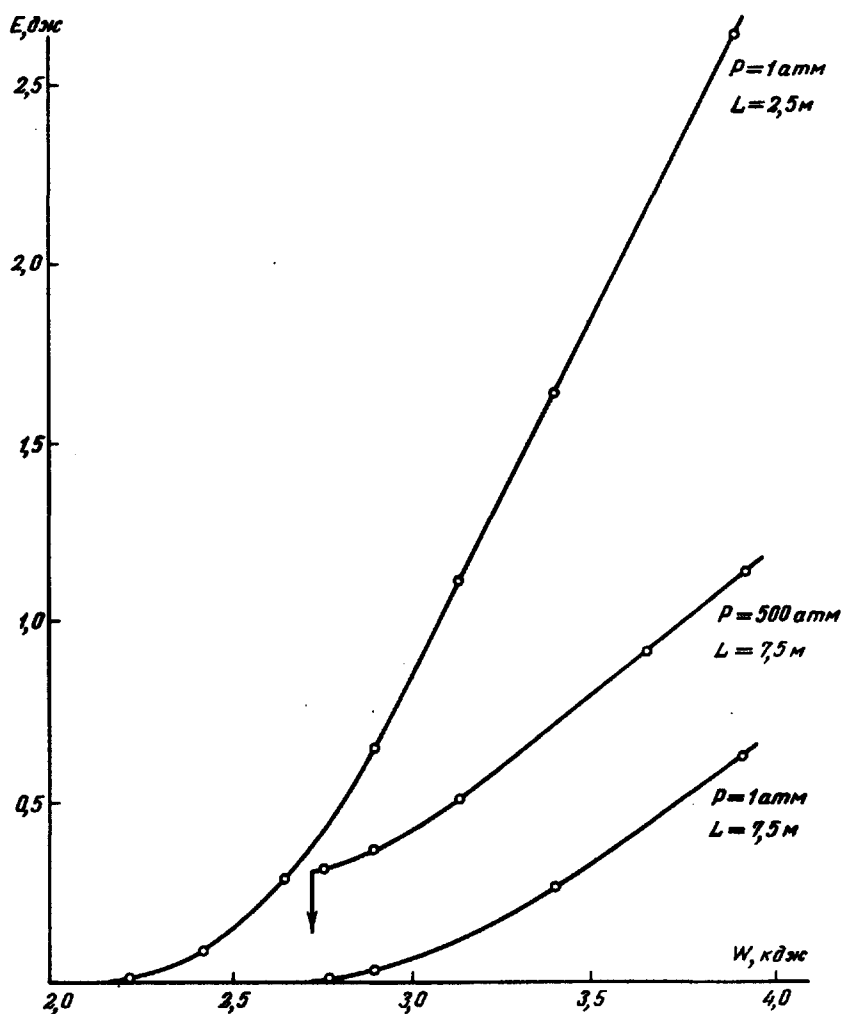


Рис. 3. Зависимость энергии излучения в разных режимах работы генератора от энергии накачки (W). E — суммарная энергия излучения на $\lambda = 6943 \text{ \AA}$ и $\lambda_1 = 8280 \text{ \AA}$, P — давление азота, L — длина резонатора

эквивалентно действию зеркала с увеличивающимся коэффициентом отражения. В дальнейшем роль такого зеркала становится решающей, и генерация развивается в резонаторе, который оно образует вместе с зеркалом M_2 . В результате на выходе генератора за зеркалом M_2 появляется мощный импульс света с энергией 0,3 дж и длительностью $\sim 4 \text{ нсек}$ (рис. 2, в). В спектре излучения (рис. 2, г) наблюдается не-

сколько линий, расстояние между которыми равно бриллюэновскому сдвигу в азоте ($0,06 \text{ см}^{-1}$), а интенсивности соответствуют временному распределению энергии излучения (рис. 2, в).

В ходе генерации интенсивность света в резонаторе может превзойти порог для вынужденного комбинационного рассеяния в азоте, который при давлении азота 500 атм и длине кюветы 1 м составляет около 10 Мвт/см^2 . За счет этого за зеркалом M_1 появляется импульс света с длиной волны $\lambda_1 = 8280 \text{ \AA}$ с энергией до 0,2 Дж и длительностью $\sim 3 \text{ нсек}$ (рис. 2, д).

С увеличением энергии накачки весь описанный выше процесс повторяется. При этом генерируется несколько мощных наносекундных импульсов, имеющих такой же вид как на рис. 2, в, д.

Энергетические характеристики лазера приведены на рис. 3. Следует отметить, что лазер генерирует в виде наносекундных импульсов до 70% энергии излучаемой в режиме свободной генерации. (В последнем случае зеркало M_1 расположено на месте кюветы с азотом).

До сих пор для получения ВРМБ использовались световые потоки большой интенсивности. Это достигалось предварительной модуляцией добротности резонатора оптическим затвором [1], либо фокусировкой излучения, как например в [2], где ВРМБ в CS_2 использовалось для модуляции добротности. В схеме, примененной в данной работе, отсутствует как фокусировка, так и предварительная модуляция добротности, что позволяет проследить весь процесс развития ВРМБ, а также избежать ряда нежелательных явлений (нагрев и пробой в фокусе [3], самофокусировка и т.д.). Результаты работы показывают, что ВРМБ можно наблюдать при весьма низких интенсивностях возбуждающего излучения.

Авторы благодарны Н.Г.Басову за внимание к работе, В.И.Поповичеву за помощь в проведении эксперимента, а также И.Г.Зубареву и В.С.Летохову за полезное обсуждение результатов.

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

Поступило в редакцию
21 октября 1968 г.

Литература

- [1] A.I. Alcock, C. De Michelis, Appl. Phys. Lett., 11, 41, 1967.
- [2] D. Pohl. Phys. Lett., 24A, 239, 1967.
- [3] В.В.Коробкин, Д.И.Маш, В.В.Морозов, И.Л.Фабелинский, М.Я.Щелев. Письма в ЖЭТФ, 5, 72, 1967.