

ПАССИВНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ДОБРОТНОСТИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ОКГ, ОСНОВАННАЯ НА ИНДУЦИРОВАННОМ РАССЕЯНИИ СВЕТА МАНДЕЛЬШТАМА - БРИЛЛЮНА

Е.А.Тихонов, М.Т.Шпак

Генерация моноимпульсов когерентного излучения ОКГ с мгновенной мощностью более 1 Мвт, основанная на модуляции добротности, предполагает возможно быстрый (< 20 нсек) переход от начальных условий больших потерь в системе к условиям малых потерь в момент времени, для которого накачка обеспечивает максимальное усиление в рабочем элементе.

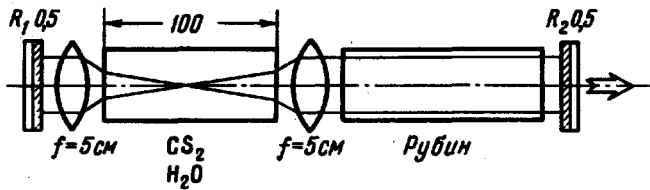


Рис.1. Оптическая схема ОКГ с модуляцией добротности, основанной на явлении ИБР

Явление индуцированного рассеяния света Мандельштама– Бриллюэна (ИБР) характеризуется рядом параметров, которые позволяют использовать его для пассивной модуляции добротности резонатора ОКГ:

1. Электрострикционные волны давления — акустические фононы, эффективно рождаемые и усиливаемые полем световых волн, подчиняются условию $\vec{q} = \vec{k}_{\text{возб}} - \vec{k}_{\text{рас}}$, где \vec{q} , $\vec{k}_{\text{возб}}$, $\vec{k}_{\text{рас}}$ — волновые вектора фонона и возбуждающего и рассеянного фотонов соответственно [1].

2. ИБР является процессом, обладающим резкой пороговой зависимостью.

3. Величина стоковского сдвига для компонент рассеянного света определяется скоростью гиперзвука в среде и для большинства жидких сред в оптическом диапазоне равна $\sim 0,2$ см⁻¹ [1], т.е. даже при многократном рассеянии соответствующая компонента находится в пределах полуширины линии усиления твердотельных ОКГ.

4. Поляризация возбуждающего и рассеянного света одинакова [1].

5. При ИБР коэффициент преобразования энергии возбуждающего, света в рассеянную стоковую компоненту приближается к 1 с увеличением объема, в котором оно происходит [2].

Таким образом, почти во всех экспериментах по исследованию ИБР, происходит с большей или меньшей эффективностью модуляция доброт-

ности возбуждающего ОКГ. Однако, при такой геометрии оптической системы, как, например, в поставленной работе [3], бо́льшая часть генерируемого излучения локализуется внутри возникающего резонатора, роль переднего зеркала в котором играет фононный генератор.

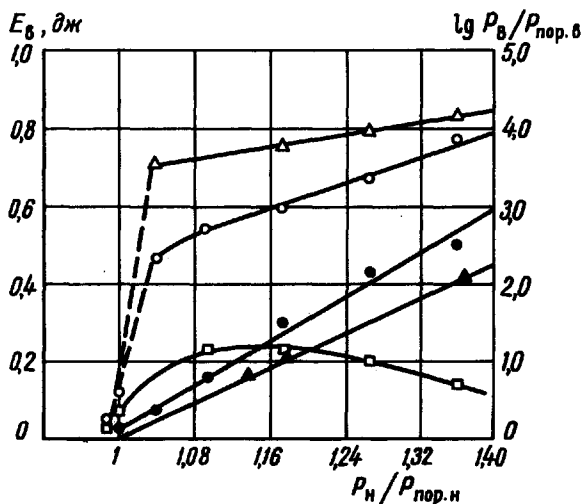


Рис.2. Энергетические и мощностные характеристики ОКГ на рубине с ИБР-модулятором на CS_2 : Δ – выходная мощность при наличии модулятора добротности со стороны R_2 ; \circ – выходная энергия при наличии модулятора добротности со стороны R_2 ; \square – выходная энергия при наличии модулятора добротности со стороны R_1 ; \bullet – выходная энергия при отсутствии модулятора (только на одну сторону); \blacktriangle – выходная мощность всплесков в режиме свободной генерации

На рис. 1 представлена схема ОКГ с ИБР-модулятором, использованная в наших опытах. Измерение мгновенной мощности всплесков ОКГ на рубине в режиме свободной генерации (рубин 120 мм, две лампы ИФП-2000, цилиндрический осветитель, $C = 750$ мкф, $L = 25$ мкн), выполненное с помощью коаксиального фотоэлемента ФЭК-09 с известной абсолютной спектральной характеристикой, показывает, что при изменении мощности накачки от $P_{пор}$ до $1,36 P_{пор}$, мощность всплесков изменяется почти на 2 порядка (от 0,6 до 70 кэв). Эта особенность нестационарного режима излучения ОКГ и софокусная система линз, неискажающая резонатор, позволяет достичь порог ИБР в ряде жидкостей. На рис. 2 приведены энергетические и мощностные харак-

теристики ОКГ на рубине с ИБР-модулятором на CS_2 . Начальные потери резонатора увеличены за счет уменьшения коэффициентов отражения зеркал (R_1, R_2). Временной характер излучения в допороговых условиях обычный; спектр излучения с шириной линии $\sim 0,3 \text{ см}^{-1}$ представлен на рис. 3,а. Выполнение пороговых условий для процесса ИБР со-

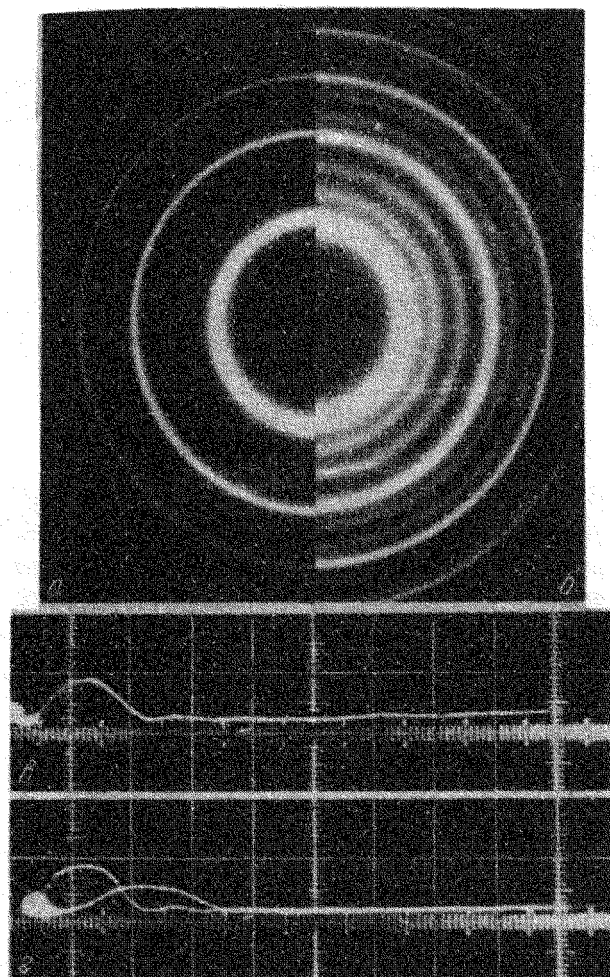


Рис.3. Спектры и временной ход излучения. *а* – свободная генерация, ширина линии $\sim 0,3 \text{ см}^{-1}$, область дисперсии – $1,66 \text{ см}^{-1}$; *б* – моноимпульс, ширина линии $\sim 0,4 \text{ см}^{-1}$, область дисперсии $1,66 \text{ см}^{-1}$; *в, г* – моноимпульс, масштаб – 20 нсек/см , осциллограф С-1-10

проводится генерацией моноимпульса (одного или двух сантиметров рис. 3,в, г) мощностью $\sim 2,2 \text{ Мвт}$ со спектром, представленным на рис. 3,б. Одновременно с выполнением пороговых условий для ИБР, выполняются

пороговые условия для генерации линий индуцированного комбинационного рассеяния (ИКР). Поэтому в спектре моноимпульса наряду с многомоновым излучением линии (ширина линии $\sim 0,4 \text{ см}^{-1}$; видно, что уширение происходит в длинноволновую область) содержится четыре стоковых компоненты колебания 655 см^{-1} , энергия которых составляет $\sim 5\%$ от общей энергии моноимпульса (менее интенсивные кольца на рис.3,б). С дальнейшим увеличением накачки мощность моноимпульса монотонно возрастает и при $P = 1,36 P_{\text{пор}}$ становится равной $16,4 \text{ Мвт}$.

Изменение остальных параметров с накачкой и сопоставление их для ОКГ с ИБР-модулятором и в отсутствие такового понятны из рис. 2.

Очевидно, что с точки зрения чистоты спектра излучения и предельно достижимой мощности в моноимпульсе среды с линиями комбинационного рассеяния не имеют перспектив применения в качестве ИБР-модуляторов. При исследовании ИБР-модулятора на H_2O в данной системе порог генерации моноимпульса равнялся $1,4 P_{\text{пор}}$. При этом мощность моноимпульса $\sim 50 \text{ Мвт}$, и в спектре его не содержится дополнительных компонент. В аналогичных условиях получен эффект модуляции для активного тела на стекле, активированном Nd^{3+} .

Таким образом, исследуемый метод модуляции добротности является, по-видимому, одним из наиболее перспективных, хотя и не лишенным недостатка, связанного с энергетической неоднородностью луча по сечению.

Институт физики
Академии наук Украинской ССР

Поступило в редакцию
8 июля 1968 г.

Литература

- [1] И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., изд. Наука, 1965.
- [2] M. Maier, W. Rother, W. Kaiser. Phys. Lett., 23, 83, 1966.
- [3] D. Pohl. Phys. Lett., 24A, 239, 1967.