

НАБЛЮДЕНИЕ ЭФФЕКТА ОБРАЩЕНИЯ ВОЛНОВОГО ФРОНТА ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ КОМБИНАЦИОННОМ РАССЕЙАНИИ СВЕТА

*Б.Я.Зельдович Н.А.Мельников, Н.Ф.Пилипецкий,
В.В.Рагульский*

Экспериментально зарегистрировано явление обращения волнового фронта при вынужденном комбинационном рассеянии (ВКР) излучения рубинового лазера. Пучок накачки дифракционного качества искажался в 300 раз неоднородной фазовой пластиной и после этого возбуждал первую стоксову компоненту ВКР в сероуглероде. Рассеянное назад излучение после обратного прохода через фазовую пластину также имело дифракционную расходимость.

В работе [1] было обнаружено явление обращения волнового фронта при вынужденном рассеянии света. Оно состоит в том, что при пространственно-неоднородном распределении интенсивности $I_0(\mathbf{r}) = |E_0(\mathbf{r})|^2$ возбуждающего излучения рассеянное назад поле E_s совпадает с комплексносопряженным полем накачки, т. е.

$$E_s(\mathbf{r}) = \text{const } E_0^*(\mathbf{r}). \quad (1)$$

В [1] (см. также [2, 3]) существование этого явления было экспериментально показано для рассеяния с малым частотным сдвигом ($\Delta\nu/\nu \sim \sim 10^{-5}$). Однако, физическая природа эффекта такова, что он должен проявляться и при гораздо больших сдвигах. Количественные оценки на допустимое изменение частоты, приведенные в теоретической работе [4], показывают возможность наблюдения эффекта для ВКР, характеризующегося величинами $\Delta\nu/\nu \sim 10^{-1}$. Процесс ВКР назад исследовался в большом числе работ (см., например, [5 — 7]), но о наблюдении обращения волнового фронта в этом процессе до сих пор не сообщалось. В настоящей работе указанное явление обнаружено для ВКР.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Из излучения рубинового лазера с помощью диафрагмы выделялся пучок с почти плоским волновым фронтом. Его диаметр 4 мм, пиковая мощность $\sim 0,7$ Мвт при длительности импульса 10 нсек. Для того, чтобы предотвратить влияние рассеянного света на работу лазера, последний был отнесен от остальной части установки на расстояние 5 м. После диафрагмы часть пучка ответвлялась на систему регистрации, а основная доля проходила через неоднородную фазовую пластину Φ . В результате волновой фронт искажался и телесный угол, занимаемый излучением, возрастал в ≈ 300 раз (см. рис. 2, а и б). Затем этот свет линзой L фокусировался в кювету с жидким сероуглеродом, где развивалось вынужденное комбинационное рассеяние со сдвигом частоты $\Delta\nu = 656 \text{ см}^{-1}$, а также мандельштам — бриллюэновское рассеяние (ВРМБ). Рассеянное назад излучение проходило через линзу и фазовую пластину и направля-

лось в систему регистрации. Для разведения пучков ВКР и ВРМБ использовался диспергирующий элемент — призма Π . Материал линзы L был подобран таким образом, чтобы система из линзы и кюветы с CS_2 была ахроматичной. Глубина неоднородностей фазовой пластины составляла $h \sim 1$ мкм. Поэтому вносимые этой пластиной фазовые сдвиги, равные $2\pi(n-1)h/\lambda$, отличались для возбуждающего и ВКР света на величину $2\pi(n-1)h\Delta\lambda/\lambda^2 = 2\pi(n-1)h\Delta\nu \sim 0,2$ рад. Такое различие фазовых сдвигов не должно приводить к существенному изменению волнового фронта ВКР. Таким образом, и фазовая пластина практически не вносила хроматических aberrаций. Для сохранения ахроматизма угловое распределение пучков регистрировалось с помощью зеркального объектива по методике работы [8].

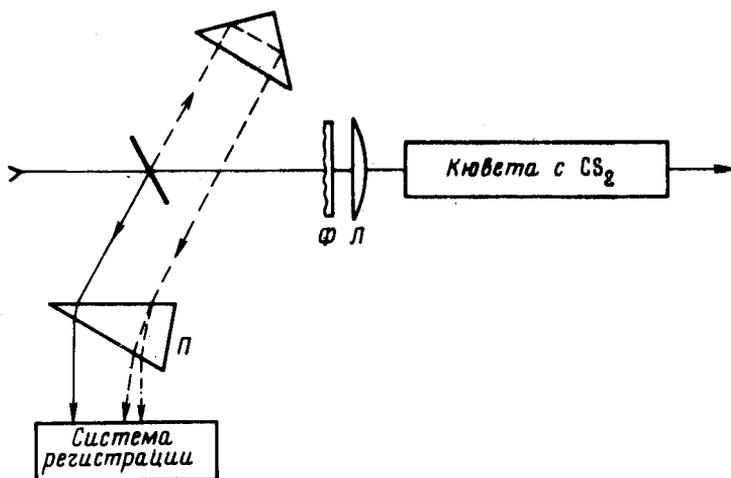


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: Φ — неоднородная фазовая пластина (поперечный размер неоднородностей ~ 150 мкм, глубина ~ 1 мкм); L — линза из стекла К-8 с фокусным расстоянием 7 см; кювета с сероуглеродом имеет длину 19 см и внутренний диаметр 1 см; Π — призма из стекла ТФ-1

Фотография дальней зоны излучения ВКР приведена на рис. 2, в. Сравнение рис. 2, а и в показывает, что расходимости обоих пучков — возбуждающего и рассеянного — практически одинаковы; угловые ширины по полувысоте составляют соответственно 0,14 и 0,17 мрад и близки к дифракционному пределу. Этот результат указывает на то, что в наших экспериментах для излучения ВКР выполняется соотношение (1).
ся соотношение. (1).

Таким образом, обнаруженное ранее явление обращения волнового фронта в настоящей работе зарегистрировано для вынужденного комбинационного рассеяния света.

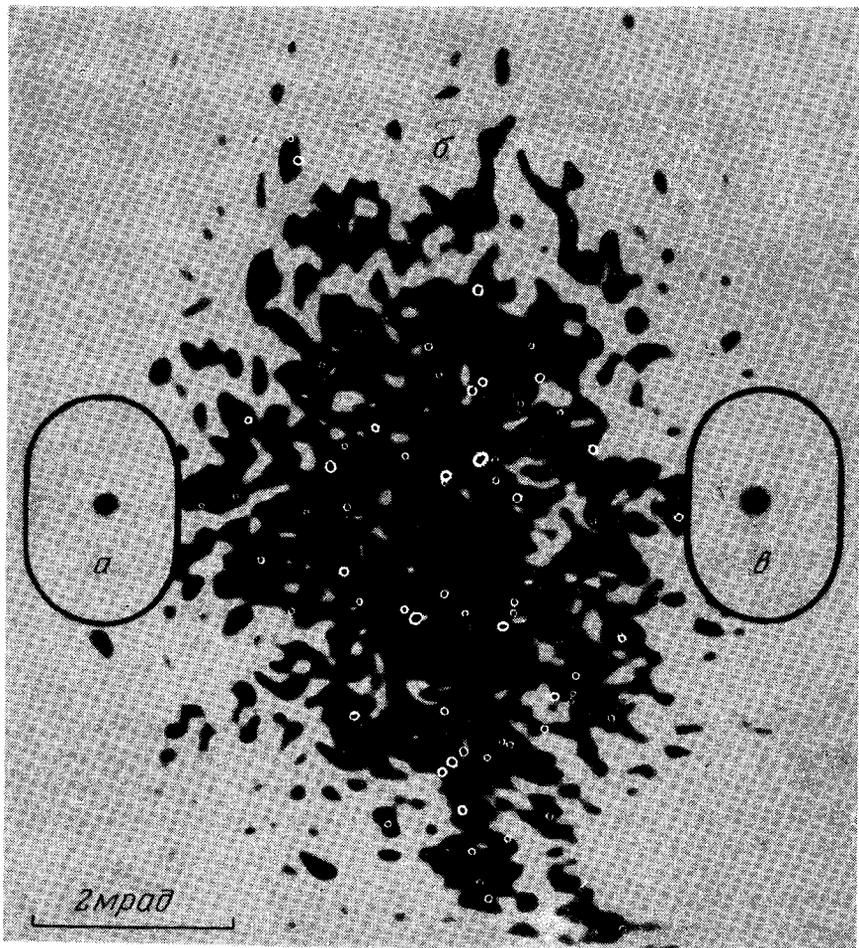


Рис. 2. Фотографии распределений в дальней зоне: а) исходного лазерного излучения; б) того же пучка по прохождении фазовой пластинки; в) восстановленного пучка ВКР. Все фотографии приведены в одинаковом масштабе

Авторы благодарят М.И.Баклушину и В.Н.Блашука за помощь в проведении экспериментов, Д.Н.Клышко, О.Ю.Носача и В.В.Шкунова за обсуждение теоретических аспектов проблемы.

Институт проблем механики
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
30 ноября 1976 г.

Литература

- [1] Б.Я.Зельдович, В.И.Поповичев, В.В.Рагульский, Ф.С.Файзуллов. Письма в ЖЭТФ, 15, 160, 1972.
- [2] В.В.Рагульский. Труды ФИАН, 85, 3, 1976.
- [3] В.Н.Блашук, Б.Я.Зельдович, Н.А.Мельников, Н.Ф.Пилипецкий, В.И.Поповичев, В.В.Рагульский. Письма в ЖТФ (в печати).

- [4] Б.Я.Зельдович, В.В.Шкунов. Квантовая электроника (в печати).
- [5] M. A. Maier, W. Kaiser, J. A. Giordmaine. Phys. Rev., 177, 580, 1969.
- [6] А.Д.Кудрявцева, А.И.Соколовская, М.М.Сушинский. ЖЭТФ, 59, 1556, 1970.
- [7] J. G. Kerros, G. F. Fowles. J. Appl. Phys., 45, 4554, 1974.
- [8] В.В. Рагульский, Ф.С.Файзуллов. Оптика и спектроскопия, 27, 707, 1969.
-