

УДК 535.375.55

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО ЕГО ФУРЬЕ-СПЕКТРУ ПРИ ВРМБ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ЖИДКОСТИ

Т. С. Гордеева, А. Д. Кудрявцева, А. И. Соколовская

*Получено восстановление изображения объекта-транспаранта в пучке вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) по Фурье-спектру объекта в пучке накачки, спроектированному в приповерхностный слой ряда жидкостей.*

При исследовании восстановления изображения по Фурье-спектру ВРМБ возбуждалось гигантским импульсом рубинового лазера с длительностью 20 нс и максимальной энергией 0,3 Дж. В качестве рассеивающих сред использовались ацетон, бензол и вода. Толщина слоя рассеивающего вещества изменялась от 2 до 20 мм.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. Длительность импульса и величина энергии излучения лазера (1) измерялись с помощью фотодиодов, соединенных с осциллографом и цифровым вольтметром (3, 4). В пучок лазера помещался объект-транспарант (5) в виде сетки из проволоки толщиной 0,02 мм с расстоянием между проволоками 0,2 мм. Линза (9) с фокусным расстоянием 150 мм помещалась в пучок таким образом, чтобы объект находился вблизи ее передней фокальной плоскости, а Фурье-спектр объекта, расположенный в задней фокальной плоскости, проектировался в приповерхностный слой вещества (10). Длина фокальной перетяжки составляла  $\approx 3$  мм. Центральная часть перетяжки располагалась на глубине 1 – 3 мм. Чтобы избежать влияния материала окна кюветы на результаты исследований, лазерный пучок направлялся в открытую кювету. Излучение, выходящее из вещества навстречу накачке, выводилось из пучка полупрозрачным клином (6) и регистрировалось на фотопластинке типа Инфра-740 (7). Были приняты меры для регистрации на фотопластинке только ВРМБ. Все паразитные отражения тщательно убирались.

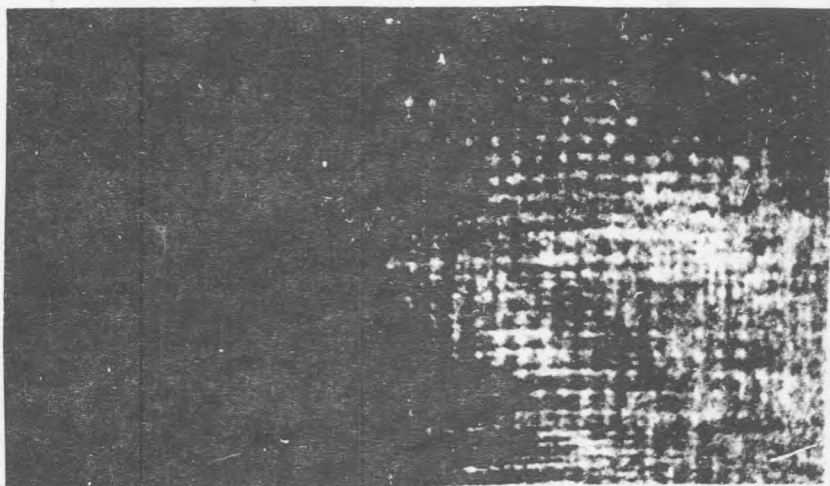
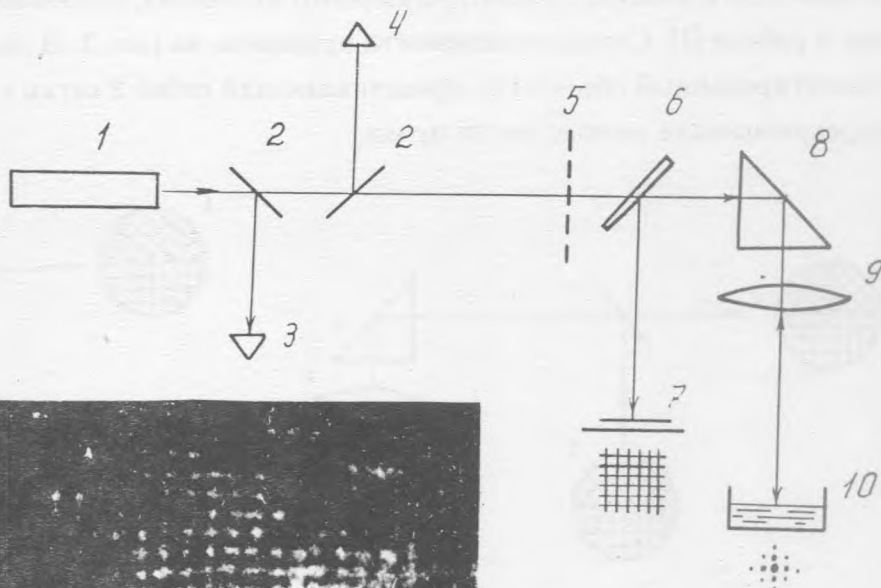


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 - лазер, 2 - поворотные пластины, 3 - фотодиод, соединенный с осциллографом, 4 - система регистрации энергии лазера, 5 - объект-транспарант, 6 - клин, 7 - система регистрации изображения, 8 - призма, 9 - линза, 10 - рассеивающее вещество.

Рис. 2. Изображение сетки, восстановленное в пучке ВРМБ в ацетоне по Фурье-спектру (толщина слоя 2 мм, энергия возбуждающего излучения 0,25 Дж).

В пучке ВРМБ наблюдалось восстановление действительного изображения транспаранта. Оно было локализовано на том же расстоянии от поверхности рассеивающего вещества, что и объект. Увеличение изображения равнялось 1. Изображение восстанавливалось в слоях различной толщины (2, 3, 4, 5, 12, 20 мм), но наиболее четкое наблюдалось в слоях небольшой толщины (от 2 до 5 мм).

На рис. 2 приведено изображение объекта-сетки, восстановленное в пучке ВРМБ в ацетоне при толщине слоя 2 мм и энергии возбуждающего излучения 0,25 Дж.

Для того, чтобы выяснить, является ли волновой фронт пучка ВРМБ обращенным по

отношению к волновому фронту лазерного излучения, использовалась методика, описанная в работе [1]. Схема эксперимента приведена на рис. 3. В лазерный пучок помещался ориентированный объект (1), представляющий собой 2 сетки с различной ориентацией, перекрывающие разные части пучка.

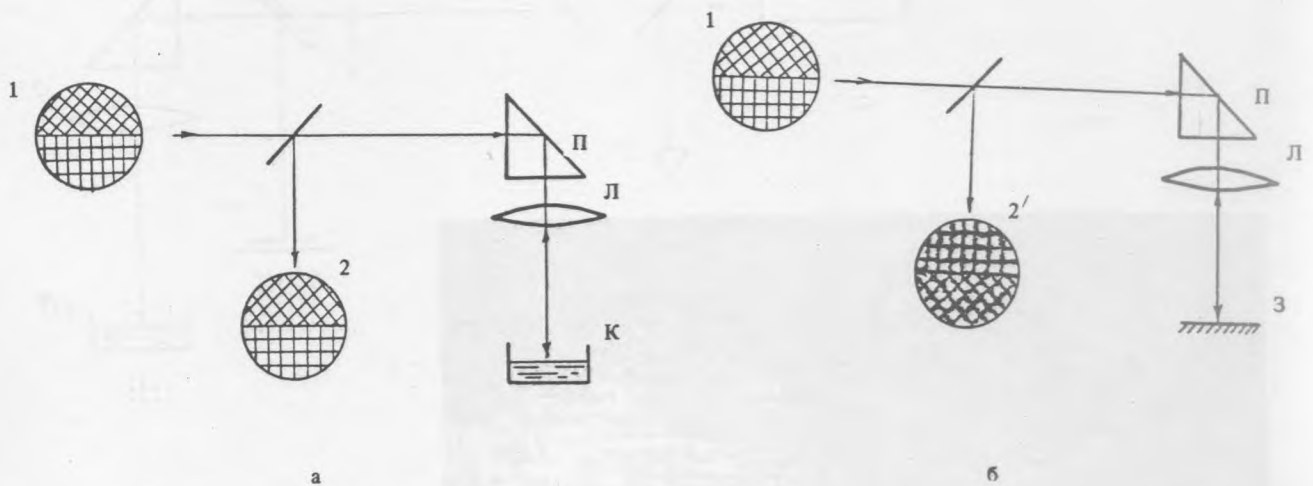


Рис. 3. Схема эксперимента, иллюстрирующего обращение волнового фронта светового поля, восстановленного при ВРМБ; а) отражение от ВРМБ-зеркала, б) отражение от плоского зеркала. П - поворотная призма, Л - линза, К - кювета с рассеивающим веществом, З - плоское зеркало.

Сравнение отражения (2) от рассеивающей среды ориентированного объекта (1) с отражением (2') этого объекта от плоского зеркала, установленного на месте поверхности рассеивающего слоя, показало, что восстановление сложного светового поля в пучке ВРМБ происходит с обращением фаз пространственных частот Фурье-спектра объекта, освещенного излучением лазера. А именно, в случае отражения от плоского зеркала на месте восстановленного изображения наблюдалось нефокусированное распределение амплитуды (2') с ориентацией, отличающейся на  $\pi$  от ориентации объекта. При отражении от поверхности ВРМБ-зеркала восстанавливалось действительное изображение (2) идентичное объекту и ориентированное так же, как и объект. Это свидетельствует об обращении волнового фронта сложного оптического поля, возникающего при освещении лазерным светом объекта-транспаранта.

Восстановление изображения в экспериментах, описанных ранее в работах [1-3], происходило в результате усиления и дифракции волн ВР на динамической голограмме, возникающей в рассеивающей среде в виде вариаций коэффициента усиления.

В настоящей работе восстановление изображения объекта-транспаранта в пучке ВРМБ происходило путем возбуждения волн ВРМБ пространственными частотами Фурье-спектра объекта в пучке накачки. Динамическая голограмма в среде отсутствовала. Распределение фаз восстановленных волн воспроизводит распределение фаз пространственных частот Фурье-спектра объекта, освещенного лазерным излучением. Об этом свидетельствует идентичность ориентации и масштаба объекта и восстановленного при ВРМБ изображения.

Аналогичный результат был получен при возбуждении ВКР в компонентах Фурье-спектра объекта, освещенного пикосекундными лазерными импульсами [4].

Во всех предыдущих работах ОВФ одиночной волны при ВРМБ [5] и ВКР [6, 7] получалось при достаточно больших длинах среды ( $\geq 50$  м.м) и энергиях накачки (0,1 – 0,3 Дж). В этой связи интерпретация явления как результат усиления шума ВР представляется вполне обоснованной.

В настоящей работе восстановление наблюдалось уже при толщине слоя 2 м.м. Есть основания предположить, что в данном случае селекция и усиление спонтанного шума ВР не являются основным механизмом возникновения волн с обращенным волновым фронтом, связанных по фазе. ОВФ может происходить вследствие коллективных эффектов, возникающих при воздействии на молекулы мощных световых полей. Для окончательного решения этого вопроса требуются дополнительные теоретические и экспериментальные исследования.

Выражаем признательность Американскому физическому обществу, присудившему нам грант Мейеровского фонда, за финансовую поддержку.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Соколовская А. И., Бреховских Г. Л., Кудрявцева А. Д., ДАН СССР, **237**, 557 (1977).
- [2] Соколовская А. И., Бреховских Г. Л., ДАН СССР, **243**, 630 (1978).
- [3] Бреховских Г. Л., Кудрявцева А. Д., Соколовская А. И., Квантовая электроника, **5**, N 8, 1812 (1978).
- [4] Кудрявцева А. Д., Соколовская А. И., Чернега Н. В., Ривуар Ж., Суан Н. Ф., Эр-раймейни С., Краткие сообщения по физике ФИАН, N 1-2, 10 (1994).
- [5] Зельдович Б. Я., Поповичев В. И., Рагульский В. В., Файзуллов Ф. С., Письма в ЖЭТФ, **15**, 160 (1972).

- [6] Кудрявцева А. Д., Соколовская А. И., Сушинский М. М., ЖЭТФ, **59**, 1556 (1970).
- [7] Газенгель Ж., Кудрявцева А. Д., Ривуар Ж., Соколовская А. И., ЖЭТФ, **71**, 1748 (1976).

Поступила в редакцию 15 марта 1994 г.