

Письма в ЖЭТФ, том 14, стр. 286 – 289

5 сентября 1971 г.

**СОНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ
ПРИ ФОКУСИРОВКЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЖИДКОСТЬ**

А. А. Бузуков, В. С. Тесленко

В настоящей работе сообщается о явлении сонолюминесценции [1], которое обнаруживается при схлопывании кавитационных каверн, образованных в результате действия лазерного излучения на жидкость.

В опытах использовался рубиновый лазер работавший в моноимпульсном режиме с энергией излучения 0,5 дж и длительностью 30 – 50 мсек, а также в режиме свободной генерации. Схема установки приведена на рис. 1. Луч лазера после прохождения фильтра Кс-15 (1) фокусировался линзой ($F = 2 \text{ см}$) в жидкость (вода, четыреххлористый углерод, ацетон), заполнявшую кювету (2) с зачерненной внутренней поверхностью. В кювете имелись симметрично расположенные окна из оптического стекла, через которые с помощью ФЭУ-18А или ФЭУ-22 (3) регистрировалось свечение жидкости на осциллографе ОК-17. Для выделения спектральных областей свечения использовались интерференционные фильтры и стандартные фильтры из цветного стекла (4). Контроль излучения лазера осуществлялся отводом части излучения на ФЭУ-22 (5) с записью сигналов на осциллографе С-1-11 и ОК-17 (для установления временной корреляции).

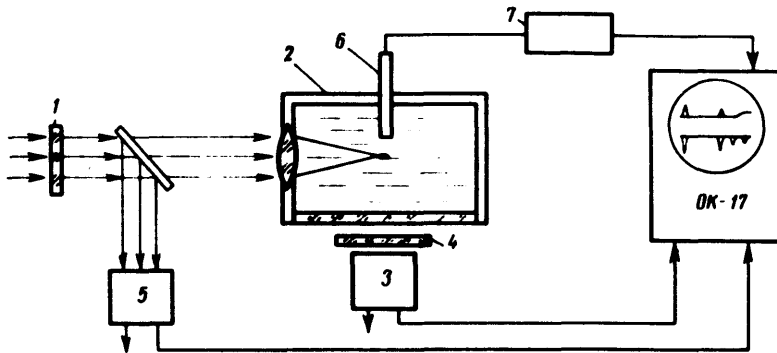


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 – фильтр Кс-15; 2 – кювета с исследуемой жидкостью; 3 – ФЭУ-18А, ФЭУ-22; 4 – фильтры; 5 – ФЭУ-22; 6 – пьезодатчик; 7 – катодный повторитель

В кювете был установлен пьезодатчик (6) с разрешающей способностью 0,25 мсек. Датчик регистрировал импульсы давления на расстоянии от 5 до 10 мм от фокальной области, а сигнал с датчика через катодный повторитель (7) попадал на второй канал осциллографа ОК-17.

Известно, что в случае действия моноимпульсного излучения лазера на жидкость в фокусе луча происходит пробой и образуется пульсирующая полость [2]. Максимальный радиус полости R определяется в основном энергией излучения:

$$R = 0,62 (kE/P)^{1/3}, \quad (1)$$

а период ее пульсации T удовлетворяет зависимости:

$$T = 1,83 R (\rho/P)^{1/2}. \quad (2)$$

Здесь E – энергия излучения лазера, k – светогидродинамический коэффициент [2, 3], P – гидростатическое давление в жидкости, ρ – плотность жидкости.

В момент очередного схлопывания кавитационной полости излучается ударно-акустическая волна [4]. Регистрация этих волн, а также первичной ударной волны, возникающей при пробое, с помощью пьезодатчика использовалась для установления связи между временем появления свечения и процессом пульсации кавитационной полости.

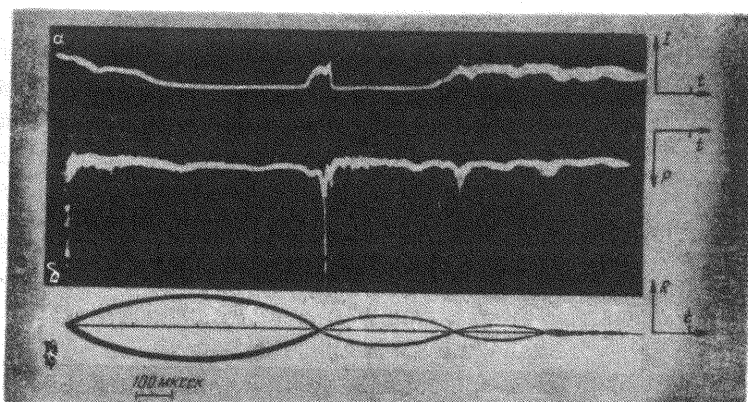


Рис. 2. Осциллограммы процесса: *a* — осциллограмма свечения воды, *b* — осциллограмма импульсов давления, *c* — фоторегистрограмма пульсации полости

На рис. 2 приведена типичная осциллограмма свечения воды (*a*), записанная ФЭУ-18А и осциллограмма импульсов давления (*b*) от пульсирующей полости (*c*). Количественные измерения показывают, что максимум интенсивности соновспышки от первого схлопывания полости лежит в области $3750 - 4400 \text{ \AA}$ и составляет от 5 до 10 $\mu\text{вт}$ на расстоянии 5 см от фотоприемника.

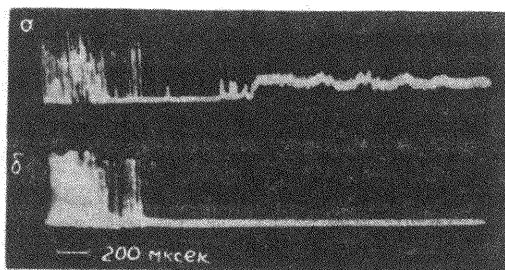


Рис. 3. Осциллограммы процесса: *a* — рассеяние излучения и свечения в ацетоне при свободной генерации лазера, *b* — контрольная осциллограмма излучения лазера

Для четыреххлористого углерода амплитудные значения интенсивности соновспышки оказались ниже, чем для воды в два — три раза. Можно предположить, что кроме физикохимического различия жидкостей это связано и с различными светогидродинамическими коэффициентами этих жидкостей.

На рис. 3 приведена осциллограмма рассеяния излучения и свечения в ацетоне (*a*) для режима свободной генерации лазера. На этом же рисун-

ке представлена соответствующая контрольная осциллограмма излучения лазера (б). В этом случае вместо относительно большой полости образуется некоторое количество мелких кавитационных пузырьков, при пульсации которых возникают кратковременные импульсы свечения малой амплитуды.

Опыты показали, что при фокусировке лазерного излучения в жидкость возникает гидродинамическая сонолюминесценция, причем время появления свечения сдвинуто относительно времени излучения на период пульсации кавитационной полости. Эффект сонолюминесценции следует учитывать при спектральных исследованиях ВКР, в которых используются мощные источники излучения.

Институт гидродинамики
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
2 августа 1971 г.

Литература

- [1] М.А.Маргулис. Акустический журнал, 15, 153, 1969.
 - [2] А.А.Бузуков, Ю.А.Попов, В.С.Тесленко. ПМТФ, №5, 17, 1969.
 - [3] А.И.Иоффе, Н.А.Мельников, К.А.Наугольных, В.А.Упадышев. ПМТФ, №3, 225, 1970.
 - [4] А.Д.Перник. Проблемы кавитации, Л., изд. Судпромгиз, 1963.
-