

## **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 нсек, а также в режиме свободной генерации. Схема установки приведена на рис. 1. Луч лазера после прохождения фильтра Кс-15 (1) фокусировался линзой ( $F = 2$  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).

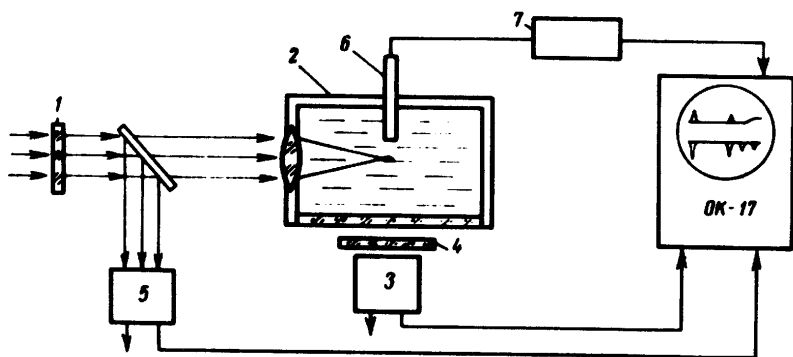


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 – фильтр Кс-15; 2 – кювета с исследуемой жидкостью, 3 – ФЭУ-18А, ФЭУ-22; 4 – фильтры; 5 – ФЭУ-22; 6 – пьезодатчик; 7 – катодный повторитель

В кювете был установлен пьезодатчик (6) с разрешающей способностью 0,25 нсек. 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,  $\rho$  – 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.

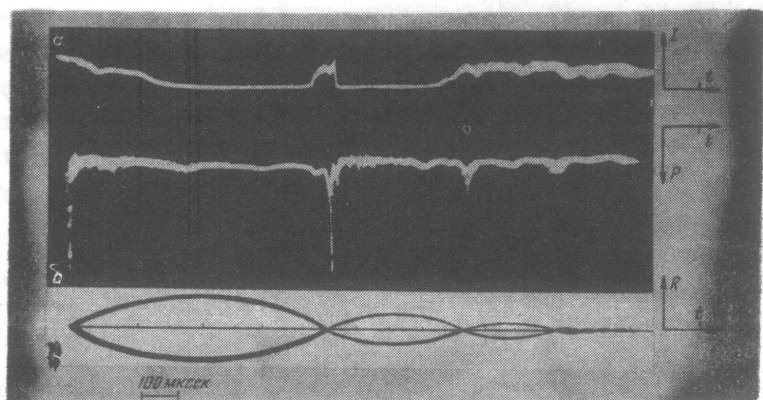


Рис. 2. Осциллограммы процесса: *a* — осциллограмма свечения воды, *б* — осциллограмма импульсов давления, *в* — фоторегистрограмма пульсации полости

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

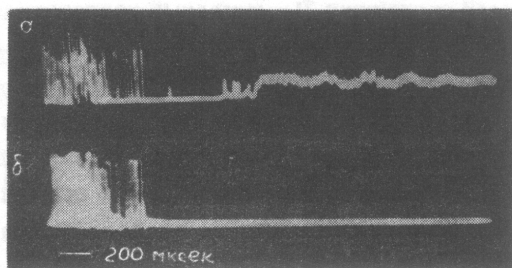


Рис. 3. Осциллограммы процесса: *a* — рассеяние излучения и свечения в ацетоне при свободной генерации лазера, *б* — контрольная осциллограмма излучения лазера

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 рисунке

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.

Письма в ЖЭТФ, том 14, стр. 289 – 291

5 сентября 1971 г.

### О СПЕКТРЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ В ЖИДКОМ $^4\text{He}$

В. М. Сысоев

Эксперименты по неупругому когерентному рассеянию холодных нейтронов простыми классическими жидкостями показывают наличие вполне определенных элементарных возбуждений типа флуктуаций плотности в области частот  $\omega \sim 10^{12} \text{ сек}^{-1}$  и волновых чисел  $Q \sim 1 + 3 \text{ \AA}^{-1}$  в простых жидкостях [ 1, 2]. Теоретические расчеты спектра элементарных возбуждений для жидкого аргона проводились в работах [ 3, 4]. С другой стороны в работе [ 5] установлено, что спектр элементарных возбуждений в сверхтекучем жидком гелии сохраняет свой вид, подобный спектру элементарных возбуждений в простых классических жидкостях при переходе через  $\lambda$ -точку, при этом только несколько увеличивается затухание элементарных возбуждений.

Поэтому представляется возможным провести вычисления спектра коллективных возбуждений в жидком  $^4\text{He}$  в области высоких частот и