

## ОБ ОБРАТНОМ РАССЕЯНИИ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В ЖИДКОСТИ С ГАЗОВЫМИ ПУЗЫРЬКАМИ

*Н.П.Андреева, К.Каршиев, Л.М.Сабиров*

*Самаркандский государственный университет им.А.Навои*

*Самарканд, Узбекистан*

Поступила в редакцию 12 апреля 1993 г.

После переработки 6 июля 1993 г.

В диспергирующей среде – жидкости с газовыми пузырьками – зарегистрировано усиление обратного рассеяния звука в виде максимума в индикатрисе рассеяния.

В последние годы широко развернулись исследования акустических явлений, имеющих аналоги среди оптических явлений [1]. Одно из таких явлений – эффект усиления обратного рассеяния излучения в случайно неоднородной среде [2], который характеризуется появлением максимума в индикатрисе рассеяния строго под углом  $180^\circ$ . Физический механизм возникновения этого максимума аналогичен оптическому и объясняется когерентными эффектами, связанными с обратимостью трасс пробега возбуждающего и рассеянного излучений в среде [3]. Малое значение скорости звука по сравнению со скоростью электромагнитных волн вносит свои особенности в проявление эффекта и поэтому экспериментально он наблюдался в ограниченном объеме [4].

Использование в качестве рассеивающей среды жидкости с пузырьками (случайно-неоднородная среда), по-видимому, также должно приводить к эффекту усиления обратного рассеяния звука вследствие многократного рассеяния.

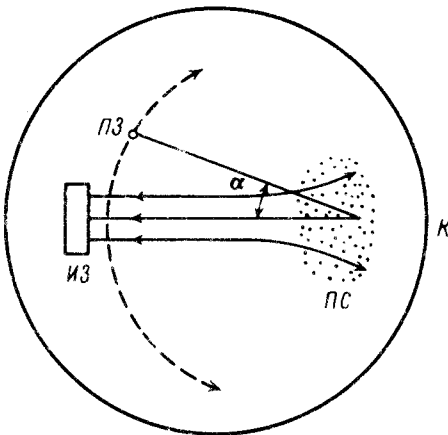


Рис.1. Схема проведения экспериментов: ИЗ – источник звука, ПЗ – приемник звука, К – ванна с водой, ПС – пузырьковый столб

В настоящей работе приводят результаты экспериментального исследования углового распределения поля акустической волны, рассеянной на пузырьках газа в жидкости. В водяном бассейне помещались излучатель звука (ИЗ), собранный на основе пьезокерамического преобразователя с резонансной частотой 3 МГц и рабочей поверхностью 22 мм, приемник звука (ПЗ) из той же пьезокерамики с диаметром 5 мм и источник пузырьков, установленный на расстоянии  $L = 70$  см от ИЗ (рис.1). Угол  $\alpha$  изменялся в пределах от

0 до  $30^\circ$ . Для возбуждения звукового излучения и приема рассеянного на пузырьках излучения использовалась электронная схема, описанная в [5]. Длительность используемых звуковых импульсов составляла 100 мкс при частоте повторения 150 Гц. Источник пузырьков представляет из себя два металлических электрода: проволочная сетка и пластина, диаметр которых составлял 7 см. Управление размерами и плотностью пузырьков осуществлялось изменением напряжения  $U$  между электродами от 2 до 50 В. Измерение размеров пузырьков при напряжении на источнике пузырьков 2 и 5 В показало, что их диаметр составляет соответственно 0,05 мм и 0,02 мм, и для используемого звукового излучения длины волны  $\lambda = 0,5$  мм отношение  $\lambda$  к диаметру пузырьков  $d$  составляет  $\lambda/d = 10 \div 25$ . При напряжениях на источнике пузырьков 10 В и выше определение размеров пузырьков осложнено. Поэтому дальше будут приведены результаты исследования угловых зависимостей амплитуды рассеянного звукового излучения от напряжения на источнике пузырьков, определяющего их размеры и плотность.

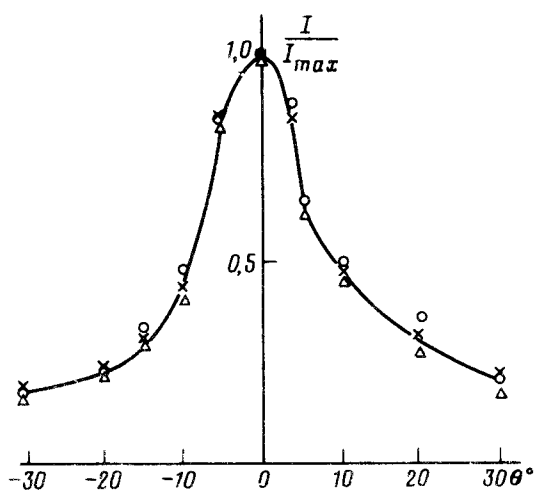


Рис.2

Рис.2. Угловое распределение амплитуды звукового излучения, рассеянного назад:  $\times$  - 20 В;  $\Delta$  - 30 В;  $\circ$  - 50 В

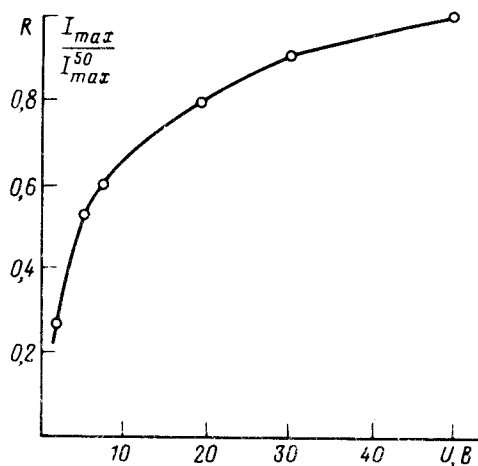


Рис.3

Рис.3. Зависимость амплитуды максимума от напряжения на источнике пузырьков

Измерение угловой зависимости амплитуды рассеянного на пузырьках газа в воде звукового излучения показало, что в индикатрисе рассеяния под углом  $180^\circ$  наблюдается максимум (рис.2) для всех исследованных напряжений на источнике пузырьков. Здесь используется приведенная амплитуда, определяемая как отношение  $I/I_{max}$ , где  $I_{max}$  - амплитуда звукового излучения, рассеянного под углом  $180^\circ$ , а  $I$  - под углом  $180^\circ - \alpha$ . На рис.2 приведены данные только для трех значений  $U$ : 20, 30 и 50 В. Из рис.2 видно, что форма контура обратного рассеяния звука одинакова во всем диапазоне изменения плотности пузырьков, а коэффициент усиления (отношение максимума амплитуды к амплитуде рассеянного звука для угла  $150^\circ$ ) равен  $\sim 5$ . Амплитуда рассеянного сигнала зависит от плотности пузырьков и нелинейно увеличивается с ее ростом (рис.3). На рис.3  $I_{max}^{50}$  - амплитуда звукового

сигнала, рассеянного под углом  $180^\circ$  при напряжении на источнике пузырьков 50 В, а  $I_{max}$  – соответствует остальным исследованным значениям  $U$ , при этом величина рассеянного сигнала составляет  $\sim 1\%$  от возбуждающего излучения.

Таким образом, наличие выраженного максимума в рассеянном излучении указывает на реализацию механизма усиления, предсказанного в [2], и в том случае, когда диспергирующей средой является жидкость с газовыми пузырьками.

- 
1. Ф.В.Бункин, Ю.А.Кравцов, Г.А.Ляхов, УФН **140**, 391 (1986).
  2. О.Я.Бутковский, Ю.А.Кравцов, В.В.Рябикин, Акустический журнал **32**, 666 (1986).
  3. Yu.N.Varabanenkov, Yu.A.Kravtsov, V.D.Ozrin, and A.I.Saichev, Enhanced backscattering in optics. Elsevier science publisher B.V., 1991.
  4. И.В.Гиндлер Ю.А.Кравцов, В.В.Рябикин, Краткие сообщения по физике **11**, 42 (1986).
  5. Н.Андреева, К.Каршиев, Л.М.Сабиров, Акустический журнал **37**, 231 (1991).