

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

УДК 534.222.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ВЫНУЖДЕННОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ЗВУКА НА ГАЗОВЫХ ПУЗЫРЬКАХ В ВОДЕ

Бутковский О. Я., Заболотская Е. А., Крацов Ю. А., Рыбкин В. В.

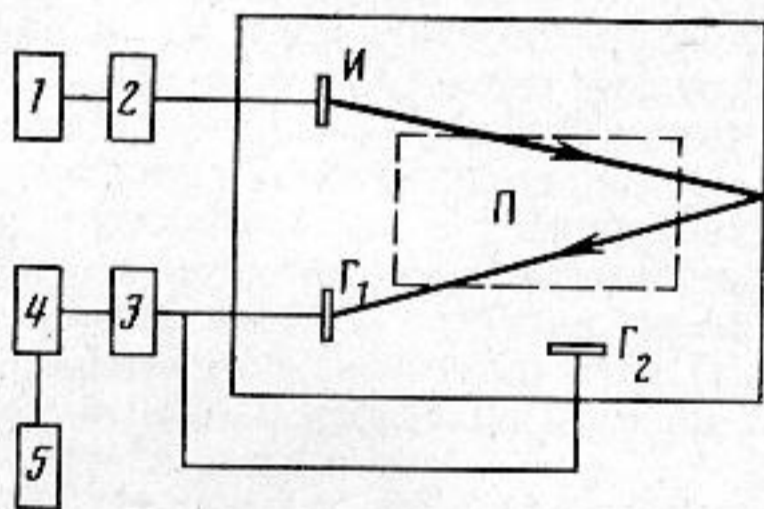
Явление вынужденного комбинационного рассеяния звука (ВКРЗ) на собственных колебаниях газовых пузырьков в жидкости было теоретически изучено в работах [1-4]. Суть его состоит в усилении волны разностной частоты $\omega_c = \omega_n - \omega_0$ при рассеянии волны накачки ω_n на собственных колебаниях пузырьков ω_0 . В данной работе сообщается об экспериментальном наблюдении этого явления.

Эксперименты проводились в ванне с размерами $1200 \times 400 \times 400$ мм³. Схема эксперимента представлена на фиг. 1. Монохроматический сигнал накачки возбуждается пьезокерамическим излучателем (И). Отражаясь от стенки, эта волна дважды проходит через слой пузырьков с размерами 250×360 мм². Исследуемое поле регистрировалось с помощью гидрофона Γ_1 , который регистрировал сигнал, рассеянный в направлении волны накачки. Для сравнения с помощью гидрофона Γ_2 снимался сигнал, рассеянный под углом 90° к направлению распространения волны накачки. После усиления сигнал подавался на спектроанализатор. С выхода детектора спектроанализатора спектры записывались на магнитофон, накапливались и обрабатывались на ЭВМ. На фиг. 2 показан спектр, усредненный примерно по ста реализациям. Для сравнения на фиг. 3 представлен спектр сигнала в отсутствие пузырьков.

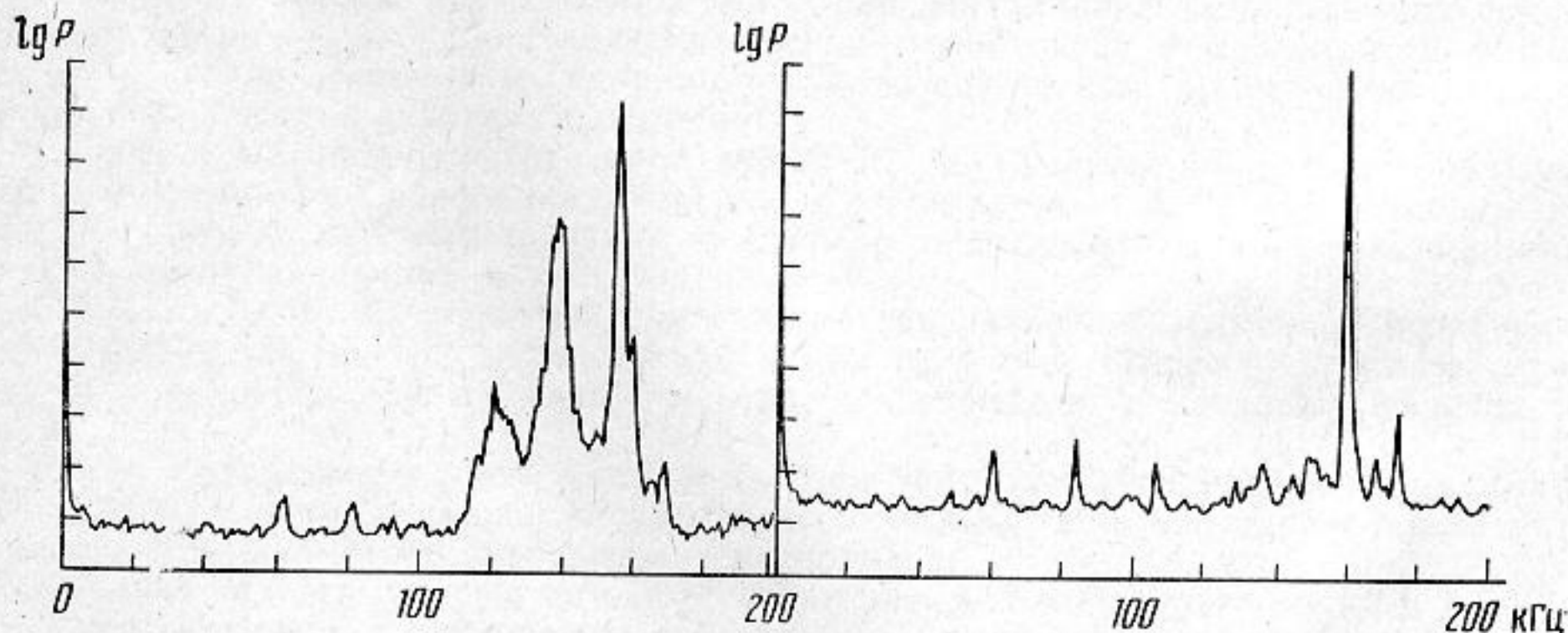
Пузырьки генерировались с помощью электролиза. При электролизе в отсутствие накачки наблюдался сильный шум в полосе частот собственных колебаний пузырьков. Возможной причиной шума является образование и рост пузырьков при электролизе. Распределение пузырьков по размерам оценивалось по линейному затуханию звука. При плотности тока электролиза $j \approx 0,8$ мА/см² распределение характеризовалось относительно широким спектром с плавным максимумом в области $R \sim 0,06$ мм ($f_0 = 55$ кГц) со среднеквадратичным отклонением $\Delta R = 0,04$ мм ($\Delta f = 30$ кГц).

Фиг. 1. Схема эксперимента: И — излучатель, Γ_1 и Γ_2 — гидрофоны, 1 — генератор, 2 — усилитель мощности, 3 — усилитель, 4 — спектроанализатор, 5 — магнитофон

Фиг. 2. Усредненный спектр сигнала с гидрофона Γ_1 в воде с пузырьками
Фиг. 3. Усредненный спектр сигнала с гидрофона Γ_2 в воде без пузырьков



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 3

При измерениях в спектрах сигналов с гидрофонов Γ_1 и Γ_2 были обнаружены спектральные составляющие собственных колебаний пузырьков и соответствующие им стоксовы составляющие на разностной частоте $\omega_c = \omega_n - \omega_0$. Средний уровень стоксовой компоненты на частоте $\omega_c = 2\pi \cdot 130$ кГц ($f_0 = 50$ кГц) на гидрофоне Γ_1 составлял 0,1% от уровня накачки. Средний уровень стоксовой компоненты сигнала на гидрофоне Γ_1 в 10–15 раз превышал уровень собственных колебаний и уровень стоксовых компонент сигнала на гидрофоне Γ_2 . Этот факт свидетельствует о наблюдении вынужденного комбинационного рассеяния.

К сожалению, пока не удалось снять зависимость уровня стоксовой компоненты от уровня накачки, что позволило бы отделить ВКРЗ от сопутствующих процессов спонтанного рассеяния и параметрического взаимодействия. Таким измерениям препятствовало выдувание пузырьков из области интенсивного поля накачки. Так, было замечено, что при уровнях накачки, превышающих $I \sim 0,1 \div 0,3$ Вт/см², уровень комбинационных составляющих резко падал. Другой причиной может быть слипание пузырьков типа, описанного в [5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Заболотская Е. А. Нелинейные акустические и комбинированные методы спектроскопии газовых пузырьков в жидкости // Тр. ФИАН, 1984, Т. 156, С. 31–41.
2. Бутковский О. Я., Заболотская Е. А., Кравцов Ю. А. и др. Возможности активной нелинейной спектроскопии неоднородных конденсированных сред. — М.: Препринт ИОФ АН СССР, 1985, № 77, 8 с.
3. Бункин Ф. В., Власов Д. В., Заболотская Е. А., Кравцов Ю. А. Активная акустическая спектроскопия пузырьков // Акуст. журн., 1983, Т. 29, № 2, с. 169.
4. Власов Д. В., Стрельцов В. Н. Вынужденное комбинационное рассеяние звука в одночастотном внешнем поле // Акуст. журн., 1986, Т. 32, № 1, С. 32.
5. Заболотская Е. А. Взаимодействие газовых пузырьков в поле звуковой волны // Акуст. журн., 1984, Т. 30, № 5, С. 618–623.
6. Кобелев Ю. А., Островский Л. А. Акустико-электростатическая аналогия и взаимодействие газовых пузырьков в жидкости // Акуст. журн., 1984, Т. 30, № 5, С. 715–717.

Институт общей физики
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
25.IX.1986