

УДК 534.222

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ГАШЕНИЯ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ЗЕРКАЛА ОБРАЩАЮЩЕГО ВОЛНОВОЙ ФРОНТ

Бункин Ф. В., Власов Д. В., Каршиев К., Стаховский А. Д.

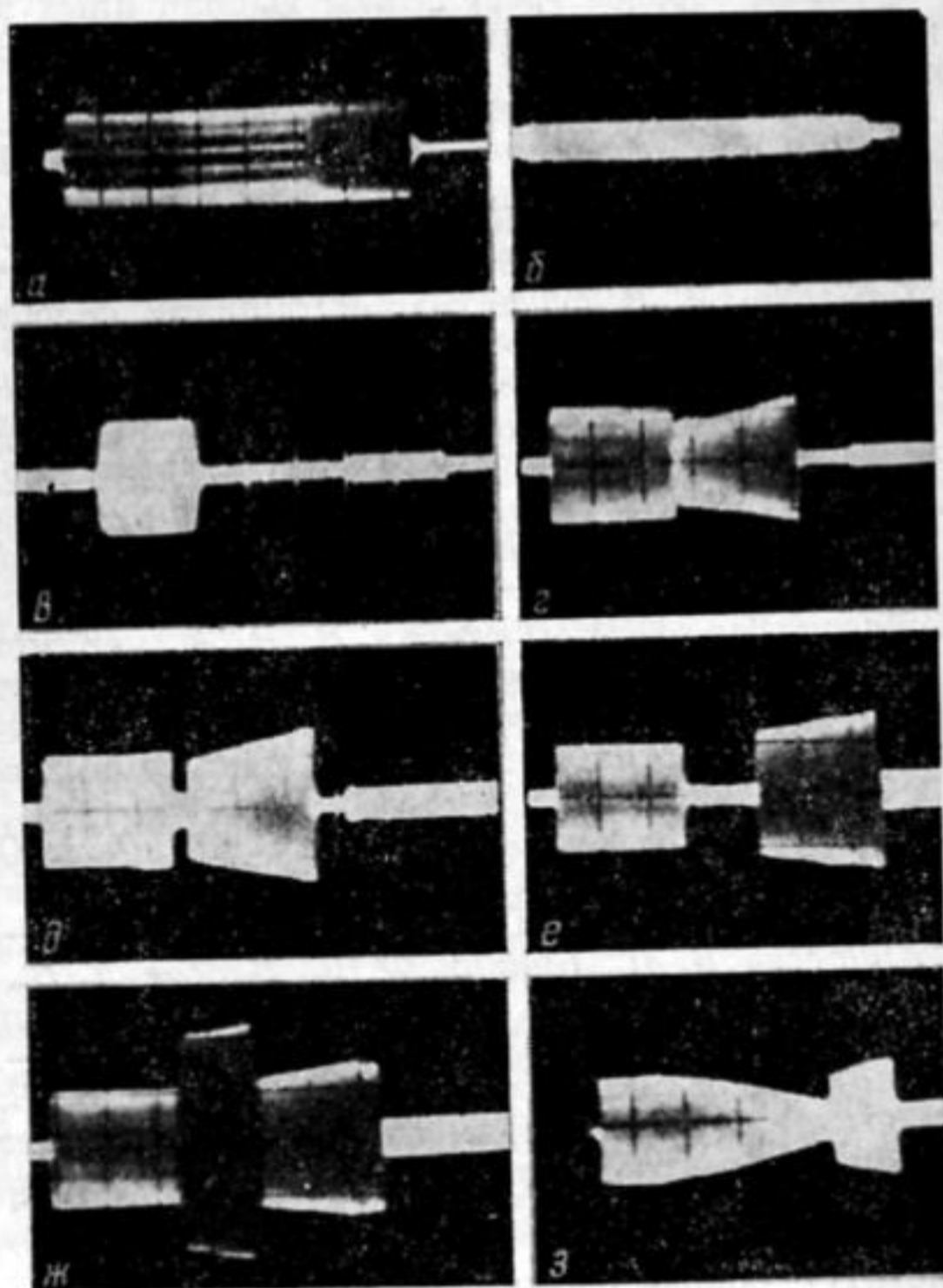
Задача гашения звукового поля в различных практически важных ситуациях неоднократно обсуждалась в литературе и исследовалась как теоретически [1-3], так и экспериментально [4-6].

В работе [3] на основании простых расчетов предложено создавать поле, осуществляющее гашение источника с помощью зеркала, обращаемого волновой фронт (ОВФ) излучения звукового источника с коэффициентом отражения  $|R|=1$ .

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования возможности гашения волнового поля звукового источника с помощью зеркала ОВФ. В экспериментах использовано зеркало ОВФ, возникающее при взаимодействии звуковых волн с поверхностью раздела жидкость - газ [7, 8]. В работе [8] по экспериментальному исследованию зеркала ОВФ на поверхности жидкости были зарегистрированы низкие (5%) коэффициенты отражения  $R$  обращенной звуковой волны. Основные причины, ограничивающие коэффициент отражения  $R$  ОВФ волны - самофокусировка звука на поверхности жидкости [9], нестабильность частоты и амплитуды генераторов. При определенном выборе условий эксперимента, с точки зрения минимального влияния самофокусировки, удается получить волну, отраженную от зеркала ОВФ с коэффициентом отражения  $R \sim 1$ .

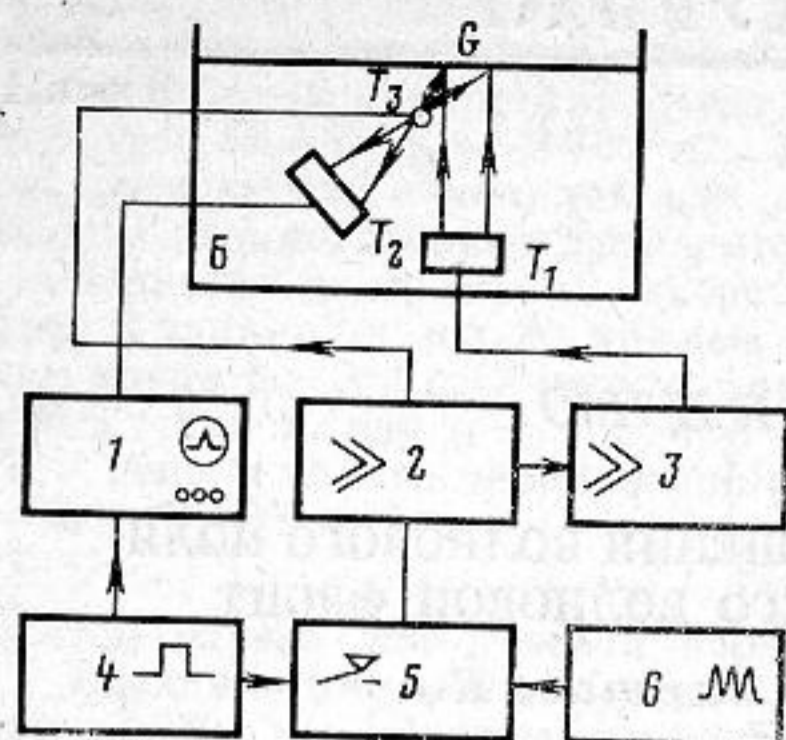
Схема экспериментальной установки приведена на фиг. 2. Звуковое поле от пьезокерамических излучателей  $T_1$  и  $T_3$  ( $f=3$  МГц) создается на поверхности водяного бассейна (Б) зеркало ОВФ (Г). На линии, соединяющей центры приемника  $T_2$  и зеркала ОВФ, помещается квазиточечный излучатель  $T_3$ , возбуждаемый одновременно с излучателем  $T_1$  высокочастотным радиоимпульсом с регулируемой длительностью и частотой повторения 340 Гц. Сигналы квазиточечного источника  $T_3$  и отраженного зеркалом ОВФ, регистрировались осциллографом (1), подключенным к  $T_2$ , и фотографировались. Стабильность частоты радиоимпульса сохранялась, поскольку в качестве источника использовался генератор непрерывного действия. Радиоимпульсы требуемой частоты повторений и длительности ( $\tau_n$ ) формировались с помощью генераторов ГЗ-7А (6), Г5-54 (4), электронного ключа (5), предусилителя (2) и усилителя мощности (3).

На фиг. 1, а приведена осциллограмма сигнала на  $T_2$  от квазиточечного источника  $T_3$  (при этом  $T_1$  отключен от усилителя 3). На фиг. 1, б приведена осциллограмма сигнала на  $T_2$ , соответствующего рассеянию на поверхности воды импульсу накачки, излучаемому  $T_1$  ( $T_3$  отключен от предусилителя 2). На обеих осциллограммах  $\tau_n=0,36$  мс). На фиг. 1, в приведены два сигнала, первый - от квазиточечного источника  $T_3$ , а второй - соответствует рассеянию на поверхности воды импульса накачки от  $T_1$ . Длительность обоих радиоимпульсов составляла 0,1 мс. Увеличение  $\tau_n > 0,15$  мс приводит к появлению сигнала, обращенного зеркалом ОВФ. При



Фиг. 1





Фиг. 2

длительности импульсов 0,25 мс происходит смыкание этих сигналов (фиг. 1, *з*). На фиг. 1, *д* приведена осциллограмма взаимодействия излучения квазиточечного источника с отраженной от зеркала ОВФ волной при  $\tau_n=0,3$  мс. В этом случае хорошо заметно начало гашения сигналов. Увеличение  $\tau_n$  до 0,4 мс приводит к расширению зоны гашения звукового поля квазиточечного источника (фиг. 1, *е*). При перемещении источника  $T_3$  вдоль акустической оси характер сигнала на  $T_2$  не меняется. Фазу коэффициента отражения можно было варьировать, изменяя частоту повторения и длительность импульсов накачки. На фиг. 1, *ж* представлен случай, когда происходит сложение сигналов: отраженный ОВФ сигнал совпадает по фазе с излучаемым сигналом от квазиточечного источника. При больших длительностях импульсов накачки в эксперименте отчетливо наблюдался дрейф фазы волны ОВФ. В этом случае фаза

коэффициента отражения  $R$  становится медленной функцией времени, а ее значение зависит от частоты повторений и длительности импульсов накачки. Характерная осциллограмма, иллюстрирующая нелинейный дрейф фазы (при  $\tau_n=0,9$  мс) волны ОВФ, приведена на фиг. 1, *з*.

Таким образом, результаты выполненных экспериментов указывают на возможность гашения звука посредством зеркала ОВФ, что соответствует выводам теории [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малюжинец Г. Д. Нестационарные задачи дифракции для волнового уравнения с финитной правой частью. Тр. Акуст. ин-та АН СССР, 1971, № 15, с. 124–139.
2. Федорюк М. В. Об активном гашении колебаний упругих сред.— ЖВМиМФ, 1976, т. 16, № 4, с. 1065–1068.
3. Бункин Ф. В., Власов Д. В. Возможности гашения поля излучения заданного распределения источников посредством зеркала, обращаемого волновой фронт.— Докл. АН СССР, 1983, т. 272, № 4, с. 839–842.
4. Poole J. H. V., Leventhall H. G. An experimental Study of swinbanks method of active attenuation of sound in ducts.— J. Sound and vibr., 1976, v. 49, № 2, p. 257–266.
5. Мазаников А. А., Тютюкин В. В. Экспериментальное исследование активной системы гашения акустических полей.— Акуст. журн. 1974, т. 20, № 5, с. 807–808.
6. Мазаников А. А., Тютюкин В. В. Исследование активных автономных систем гашения акустических полей в одномодовых волноводах.— Акуст. журн., 1976, т. 22, № 5, с. 729–734.
7. Бункин Ф. В., Власов Д. В., Кравцов Ю. А. Обращение волнового фронта и самофокусировка звука за счет нелинейного взаимодействия с поверхностью жидкости.— Письма в ЖТФ, 1981, т. 7, в. 6, с. 325–329.
8. Андреева Н. П., Бункин Ф. В., Власов Д. В., Каршиев К. Экспериментальное наблюдение явления обращения волнового фронта звука на поверхности жидкости.— Письма в ЖТФ, 1982, т. 8, в. 2, с. 104–108.
9. Андреева Н. П., Бункин Ф. В., Власов Д. В., Каршиев К., Кравцов Ю. А., Шурьгин Е. А. Экспериментальное наблюдение самофокусировки звуковых пучков при взаимодействии с поверхностью жидкости.— Препринт ФИАН СССР, 1983, № 163.

Институт общей физики  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
25.VI.1984

УДК 534

### О СУЩЕСТВОВАНИИ УГЛА ТИПА БРЮСТЕРА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Королев С. В., Красильников В. А., Крылов В. В.

В работах [1, 2] было теоретически показано, что при наклонном падении рэлеевской волны на малые протяженные неоднородности поверхности существует такой угол падения  $\theta_B$ , при котором отраженная волна отсутствует в первом приближении по  $h/\lambda_R$ , где  $h$  — глубина неоднородностей, а  $\lambda_R$  — длина волны Рэля. При этом угол  $\theta_B$ , являющийся аналогом известного угла Брюстера в оптике и акустике, не зависит от формы профиля неоднородностей и определяется выражением  $\theta_B = \arcsin(c_R/2c_t)$ , где  $c_R$  и  $c_t$  — скорости рэлеевской и сдвиговой волн в рассматриваемой среде [1–3]. Нулевое отражение при  $\theta = \theta_B$  имеет место также в случае падения рэлеевской волны на периодическую решетку, составленную из указанных неоднородностей [1], в том числе при учете многократных переотражений между ними