

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

О ДЕФОРМАЦИИ ЗВУКОВОГО ПУЧКА ВНУТРЕННЕЙ ВОЛНОЙ НА ГРАНИЦЕ ДВУХ ЖИДКОСТЕЙ

А. Н. Бархатов, Ю. Н. Черкашин

При преломлении звукового пучка на неподвижной плоской границе между двумя однородными средами имеет место изменение интенсивности звука в пучке, связанное с изменением его ширины. Аналогичное явление наблюдается при прохождении звукового пучка через слой скачка скорости звука [1]. Несколько иначе происходит преломление звукового пучка на неплоской движущейся границе раздела. Такой случай, в частности, имеет место при рефракции звука на бегущей внутренней волне. Эта задача рассмотрена методами лучевой акустики в работе Ли [2].

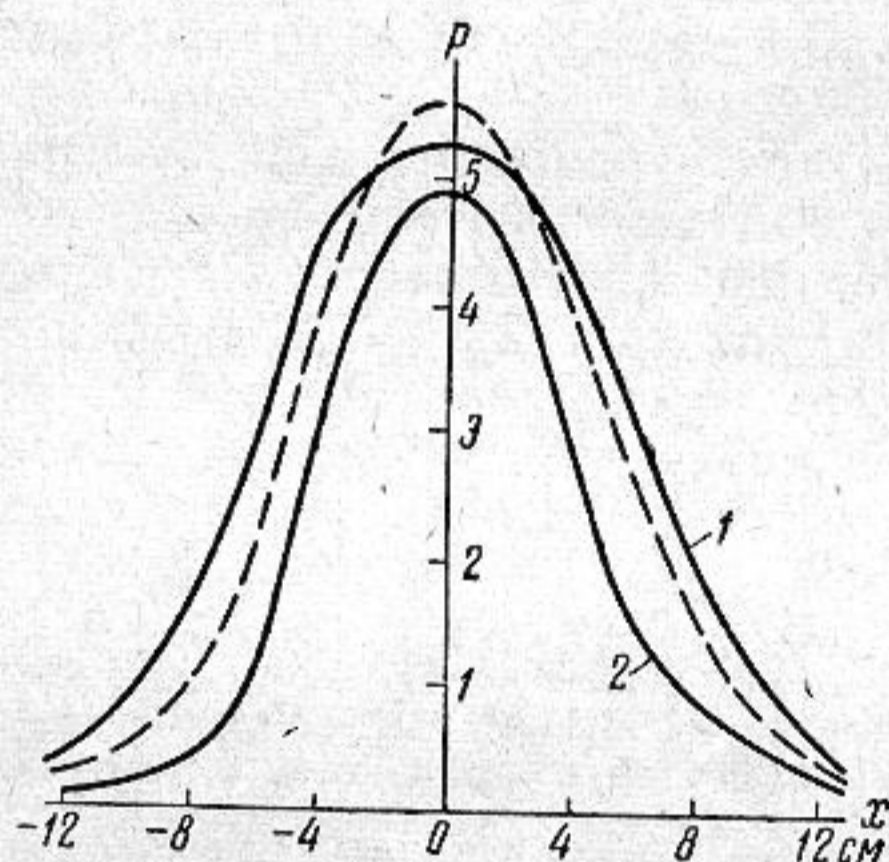
Настоящее сообщение посвящается аналогичной работе, выполненной при несколько иной постановке вопроса. В опыте, проведенном в модельных условиях, звуковой пучок падал на внутреннюю квазипериодическую волну, возбужденную, как описано в работе [3], на границе двух несмешивающихся жидкостей. Угол наклона оси звукового пучка по отношению к вертикали не превышал 30° . Эксперимент иллюстрирует возможности метода моделирования для изучения влияния внутренних волн на звуковое поле.

Измучитель с шириной диаграммы направленности около 10° по главному лепестку в зоне Фраунгофера находился в слое скипидара (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$, скорость звука — 1250 м/сек) и посылал на границу с водой импульсы с частотой заполнения 500 кгц , длительность которых можно было изменять в пределах $10\text{—}150 \text{ мксек}$. Звуковое поле измерялось идентичным с излучателем приемником, который мог перемещаться поперек пучка в горизонтальном направлении. Внутренняя волна на границе раздела скипидар — вода возбуждалась с помощью механического приспособления.

Ширина звукового пучка в воде после его преломления на внутренней волне сравнивалась с шириной пучка, испытавшего преломление на спокойной границе между указанными средами.

При наличии внутренней волны наблюдается мигание принятого сигнала с частотой колебания смещения в волне. Поэтому в каждой точке следует измерять отдельно максимум и минимум звукового давления. Опыты показали, что в результате преломления звука на внутренней волне эффективная ширина пучка также изменяется периодически, причем наибольшее возмущающее действие оказывают длинные волны с большой амплитудой смещения. В наших опытах пространственный период волны изменялся от 4 до 20 см , а амплитуда — от $0,3$ до 4 см . Влияние на лучевую картину волны с наименьшими из указанных значений параметров почти не поддавалось количественному контролю.

Результаты измерений для стоячей внутренней волны, имеющей длину 20 см и амплитуду 4 см , изображены на фигуре, соответствующей нормальному падению пучка на плоскую границу раздела между средами. Расстояние между излучателем и приемником по оси пуска равнялось при этом 72 см . По оси абсцисс отложено горизонтальное расстояние от точки наблюдения до оси пучка, по оси ординат — звуковое давле-



ние в относительных единицах. Кривые 1 и 2 изображают распределение звукового давления по сечению пучка для случая преломления на внутренней волне, измеренное соответственно по максимумам и минимумам; пунктирная кривая показывает распределение давления в случае плоской границы.

Из фигуры видно, что при наличии внутренней волны максимум давления на оси пучка несколько меньше максимума давления при преломлении звука на плоской границе раздела, тогда как в других точках пучка максимальное значение давления при наличии волны несколько больше, чем при спокойной границе раздела. Кривая, построенная по минимумам давления, проходит ниже кривой, изображающей распределение давления в пучке, испытавшем преломление на плоской границе между двумя средами. Разница между максимальным и минимальным значениями уровня в точке наблюдения внутри пучка в пределах одной длины внутренней волны не превышает 14 дб. На оси пучка эта величина значительно меньше.

Эффект мигания интенсивности звука объясняется переменной фокусировкой звука внутренней волной, пересекающей пучок. Из лучевой картины следует, что при падении на выпуклый участок волнистой поверхности пучок расширяется (до 10% по ширине), при падении на вогнутый — сжимается по сравнению с плоской границей раздела, при падении же на область изменения знака кривизны пучок становится асимметричным без заметного изменения его ширины.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Бархатов, И. И. Шмелев. Ослабление звукового пучка при прохождении через слой скачка скорости звука. Акуст. ж., 1958, 4, 2, 125—127.
2. O. S. Lee. Effect of an internal wave on sound in the ocean. J. Acoust. Soc. America, 1961, 33, 5, 677—681.
3. А. Н. Бархатов, Ю. Н. Черкашин. Измерение обратного рассеяния звука на внутренней волне. Акуст. ж., 1962, 8, 1, 56—59.

Н.-и. радиофизический институт
при Горьковском государственном
университете

Поступила в редакцию
28 марта 1962 г.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ЖИДКОСТЯХ

А. А. Бердыев, Н. Б. Лежнев

В настоящее время имеются хорошо разработанные импульсные методы измерения поглощения ультразвука в жидкостях на высоких частотах [1—5]. Ошибка измерения у различных авторов колеблется от 2 до 5%. В данной заметке делается попытка развить существующие методы измерения в сторону большей точности путем исключения субъективных ошибок.

Измерение поглощения обычно сводится к сравнению затухания ультразвука в различных веществах с калиброванным затуханием в радиочастотных аттенюаторах. Так, в наиболее обстоятельной работе [2] предлагается сигнал сравнительного генератора задерживать относительно сигнала, проходящего акустический тракт так, чтобы огибающие двух импульсов рассматривались смежными. Этот метод, довольно точный в смысле сравнения амплитуд, имеет все же некоторые недостатки. К ним следует отнести: 1) необходимость наличия рисок или сетки на экране осциллографа; при совмещении импульсов с рисками возникают индивидуальные ошибки экспериментатора, 2) возникновение биений при наложении калибрационного импульса сравнительного генератора на исследуемый импульс. Введение отдельного запуска блоков акустического и измерительного тракта позволяет устранить указанные недостатки.

На фиг. 1 приведена блок-схема предлагаемой установки, работающей в диапазоне частот 20—250 мГц. На фиг. 2 приведены эпюры напряжений для отдельных блоков установки. Измерительная схема работает следующим образом: синхронизационный блок 1 запускает с частотой 1 кГц модулятор 2, который в свою очередь вырабатывает прямоугольные импульсы, служащие для запуска генератора высокой частоты 3. Последний создает радиоимпульс, подаваемый на кварц-излучатель Q_1 . Полученный таким образом ультразвуковой импульс, пройдя кварцевые линии задержки S_1 , S_2 и исследуемую жидкость, преобразуется кварцем-приемником Q_2 в радиоимпульс. Далее этот сигнал проходит усилитель и подается на электронный осциллоскоп.

Тот же синхронизатор 1, с помощью задерживающих блоков 4, 5 и модулятора 6, запускает сравнительный генератор 9 к тому времени, когда все многократные отра-