

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

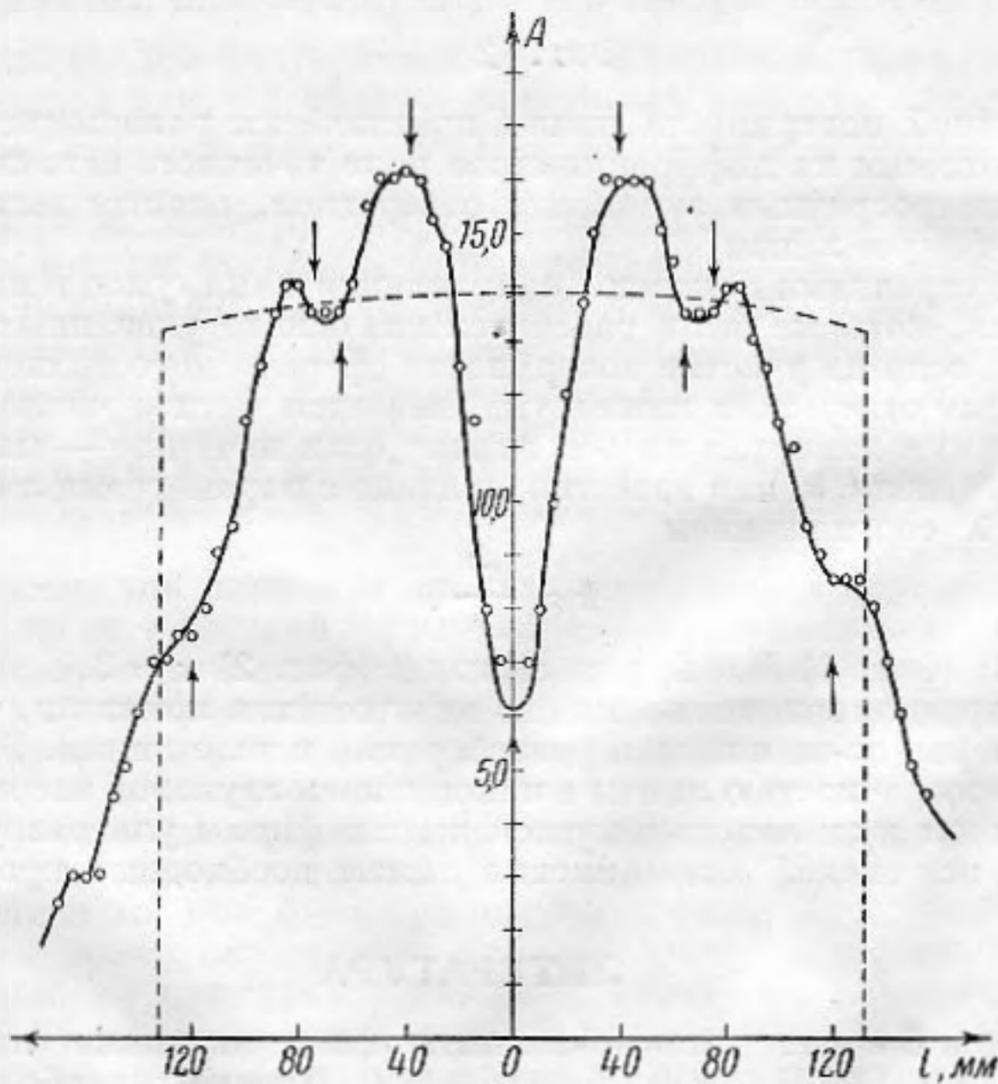
К ИССЛЕДОВАНИЮ ПОЛЯ РАССЕИВАЮЩИХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ
ЛИНЗ В ЖИДКОСТИ

Л. М. Лямшев

Рассеивающие ультразвуковые линзы могут быть использованы для создания широкой характеристики направленности у излучающих систем на высоких ультразвуковых частотах. В последнее время появился ряд работ, посвященных теории таких линз [1, 2] и экспериментальному изучению их направленности в воздухе [3].

В настоящей заметке приводятся некоторые результаты измерений неравномерности поля рассеивающих ультразвуковых линз в жидкости.

Измерения проводились на установке, состоящей из наполненной водой ванны размером $200 \times 60 \times 60$ см³ с поглощающими звук стенками; генератора ультразвуковых импульсов, имеющих прямоугольную огибающую; кварцевого вибратора с пластинкой X — среза полуволновой толщины диаметром около 40 мм; приемного усилителя с кварцевым щупом размером около 3 мм; импульсного осциллоскопа, служившего индикатором амплитуд сигналов. Длительность импульсов была 30 мксек, частота повторения 50 гц и частота заполнения 1 мгц. Распределение звукового давления измерялось на некотором расстоянии от линзы в плоскости, перпендикулярной оси линзы вдоль одного горизонта, причем за начало отсчета выбиралась точка



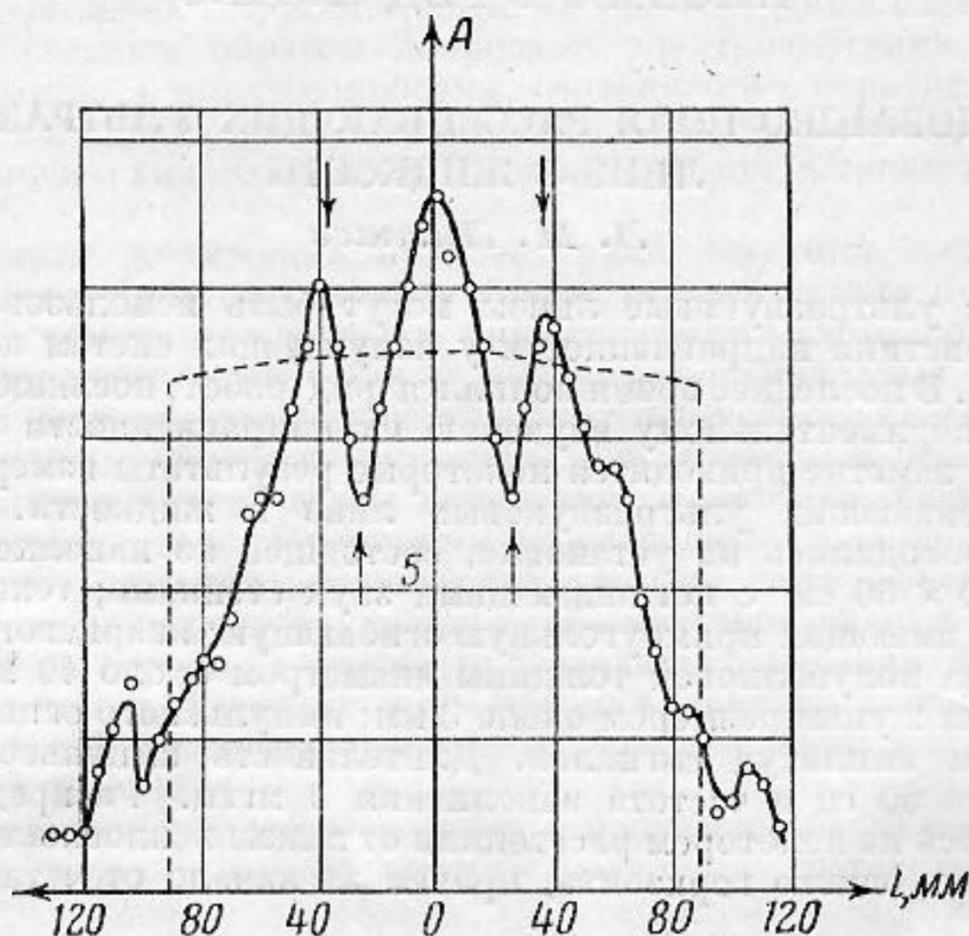
Фиг. 1

на оси линзы. Для исследования были выбраны ускоряющие сферические линзы из плексигласа, полистирола и алюминия. В процессе измерений линза укреплялась (ввертывалась) в оправе излучателя на расстоянии нескольких миллиметров от кварцевой пластинки. Между линзой и кварцевой пластинкой излучателя находился столб воды, размеры которого подбирались экспериментально так, чтобы было возможно максимальное прохождение звуковых колебаний через линзу.

Ниже приводятся усредненные результаты многократных однотипных измерений поля для двух линз. На фиг. 1 показано распределение давления для линзы из плексигласа на расстоянии 700 мм от нее. Радиус выходного отверстия линзы $a = 16,5$ мм, радиус кривизны линзы $r = 50$ мм, фокусное расстояние $f = 100$ мм.

Распределение давления для линзы из полистирола на расстоянии 260 мм приводится на фиг. 2. Параметры линзы: $a = 16,5$ мм, $r = 25$ мм и $f = 64$ мм. По вертикальной оси отложено давление в единицах по отношению к некоторому условному уровню, по горизонтальной оси — расстояние от оси линзы в миллиметрах в плоскости, перпендикулярной оси. Пунктиром показана форма распределения давления, соответствующая лучевым представлениям.

Анаберрационная рассеивающая линза преобразует плоский волновой фронт в сферический. Отсюда вытекает, что, если поглощение в теле такой линзы отсутствует и в случае идеально прозрачных линз с малым углом раскрытия, когда распределение



Фиг. 2

энергии на выходной поверхности линзы практически равномерно [1], поле линзы можно считать похожим на дифракционное поле точечного источника, помещенного за бесконечным непрозрачным экраном с отверстием, равным выходному отверстию линзы, в мнимом фокусе линзы.

На фиг. 1 и 2 стрелками показаны направления минимумов и максимумов на кривой распределения, которые были рассчитаны на основе указанных соображений [4]. Установлено, что, если на участке поверхности сферического волнового фронта, ограниченной выходным отверстием линзы, укладывается четное число зон Френеля, то наблюдается минимум давления на оси линзы, если нечетное — максимум давления. Количество зон Френеля k , как известно, связано с параметрами линзы и длиной волны в жидкости λ соотношением

$$k \approx \frac{a^2}{f\lambda}. \quad (1)$$

Для линзы 1 (фиг. 1) $k \approx 2$; для линзы 2 (фиг. 2) $k \approx 3$.

Измерения неравномерности поля линз из алюминия показали, что их поле существенно неравномерно из-за явления реверберации в теле линзы. Реверберация обусловлена плохой прозрачностью линзы и накоплением звуковой энергии в ней в течение импульса и приводит к значительному искажению формы ультразвукового импульса. Для устранения искажений алюминиевые линзы необходимо просветлять.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Розенберг. Плоско-эллиптические звуковые линзы, Тр. Комис. по акустике АН СССР, 1950, 5, 114—119; Плоско-гиперболические звуковые линзы. Тр. Комис. по акустике АН СССР, 1951, 6, 114—124.
2. Л. Н. Бондарева и М. И. Карновский. Направленные свойства рассеивающих линз. Тр. Комис. по акустике АН СССР, 1955, 8, 114—124 и Акустич. журн., 1955, 1, 2, 126—133.
3. Б. Г. Белкин. Звуковая линза с переменным показателем преломления. Тр. Комис. по акустике АН СССР, 1955, 8, 125—138; Кинотеатральный громкоговоритель с рассеивающей звуковой линзой. Акуст. журн., 1955, 1, 3, 200—217.
4. Э. Грей и Г. Мэтьюз. Функции Бесселя и их приложения к физике. ИЛ, М., 1953, стр. 235