

ЛИТЕРАТУРА

1. C. W. Diethelm. Ferrite als magnetostrictive Resonatoren und ihre Anwendung als Elemente elektrischer Filter. Technische Mitteilungen PTT, 1951, 8, 281—297.
2. Van der Burgt. Dynamical physical parameters of the magnetostrictive excitation of extensional and torsional vibrations in ferrites. Philips Res. Rep., 1953, 8, 2, 91—132.
3. G. Bradfield. Ultrasonic electroacoustics. Acustica, 1954, 4, 1, 171—181.
4. Soft magnetic materials for telecommunications. London, 1954. (P. Popper. The magnetostriction of ferrites, 322—332).
5. H. Thiede. Untersuchungen an Ferriten auf ihre Eignung als Flüssigkeitsschallwandler. Acustica, 1954, 4, 5, 532—536.
6. И. П. Голямина и др. Применение ферритов в качестве излучателей звука (предварительный отчет). Акустический институт АН СССР 1955.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
20 февраля 1956 г.

ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА ТОЛСТЫМИ ОГРАНИЧЕННЫМИ ПЛАСТИНКАМИ В ЖИДКОСТИ

Л. М. Лямшев, С. Н. Рудаков

В результате исследования отражения звука толстыми ограниченными латунными, стальными и алюминиевыми пластинками* в воде в направлении, обратном падающей волне, обнаружены незеркальные отражения, направления которых не совпадают с направлениями ранее известных отражений [1]. Установлено, что число этих незеркальных отражений растет с увеличением толщины пластинки и частоты колебаний.

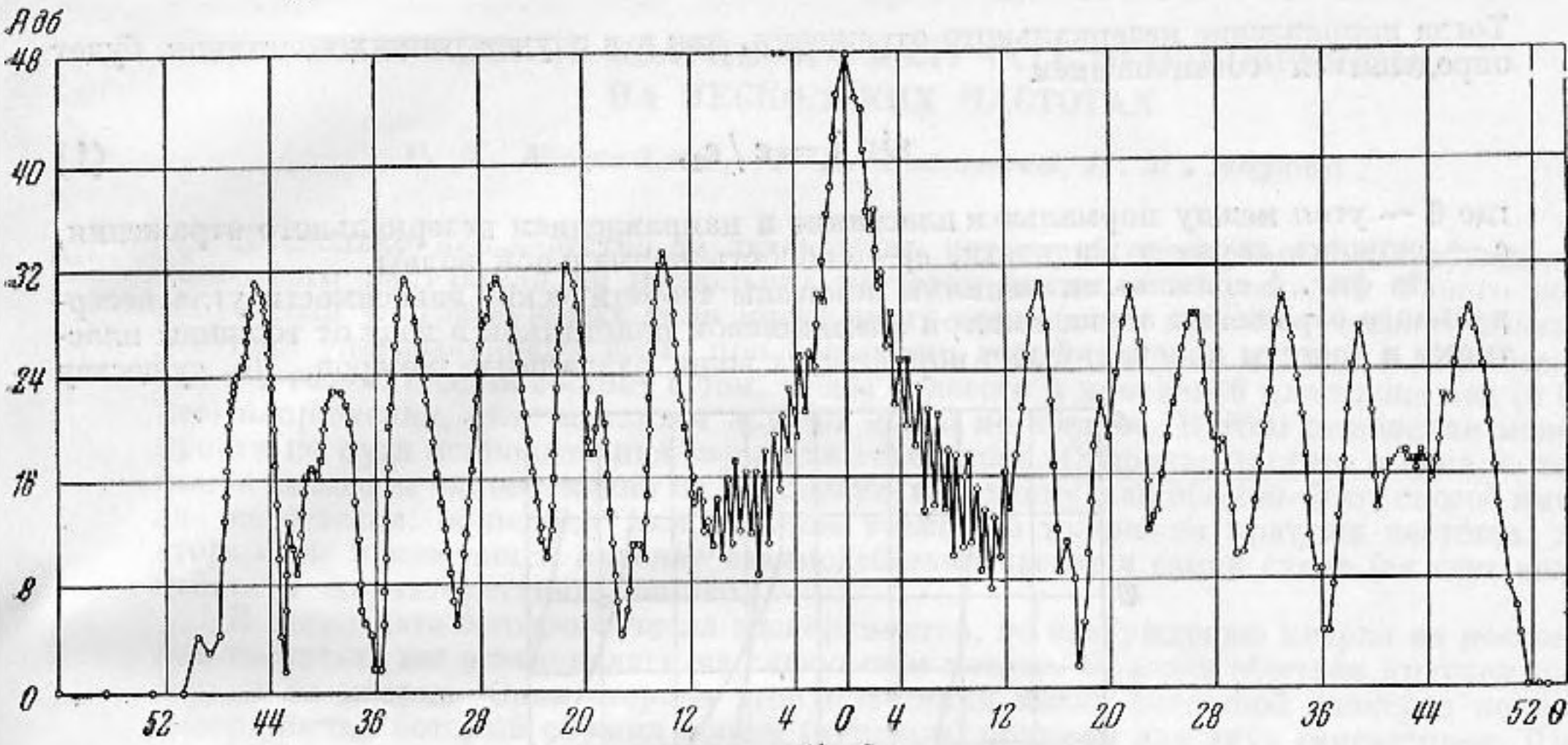
Измерения незеркального отражения звука от толстых пластинок проводились как и в работе [1] на установке, состоящей из наполненной водой ванны размером $200 \times 60 \times 60$ см³, с поглощающими звук стенками, генератора ультразвуковых импульсов, имеющих прямоугольную огибающую; кварцевого вибратора с кварцевой пластинкой X-среза полуволновой толщины (вибратор осуществлял как передачу, так и прием импульсов), приемного усилителя, импульсного осциллоскопа, служившего индикатором амплитуд эхо-сигналов. Длительность импульсов была 30 мксек, частота повторения импульсов — 200 гц и частота заполнения — 1 мкгц; обычные размеры пластинки были 30×60 мм², а расстояние пластинок от вибратора — 160 см. Пластинки крепились при помощи нитей на вращающейся прямоугольной раме, снабженной лимбом для отсчета углов.

Полярные диаграммы отражения нескольких латунных, алюминиевых и стальных пластинок приведены на фиг. 1, 2, 3. В соответствии со сказанным выше, они относятся к отражению в направлении, обратном падающей волне. По вертикальной оси отложена амплитуда отражения в дб по отношению к некоторому эталонному уровню, по горизонтальной оси — значение угла падения в градусах. Кружочками показаны измеренные амплитуды отражения.

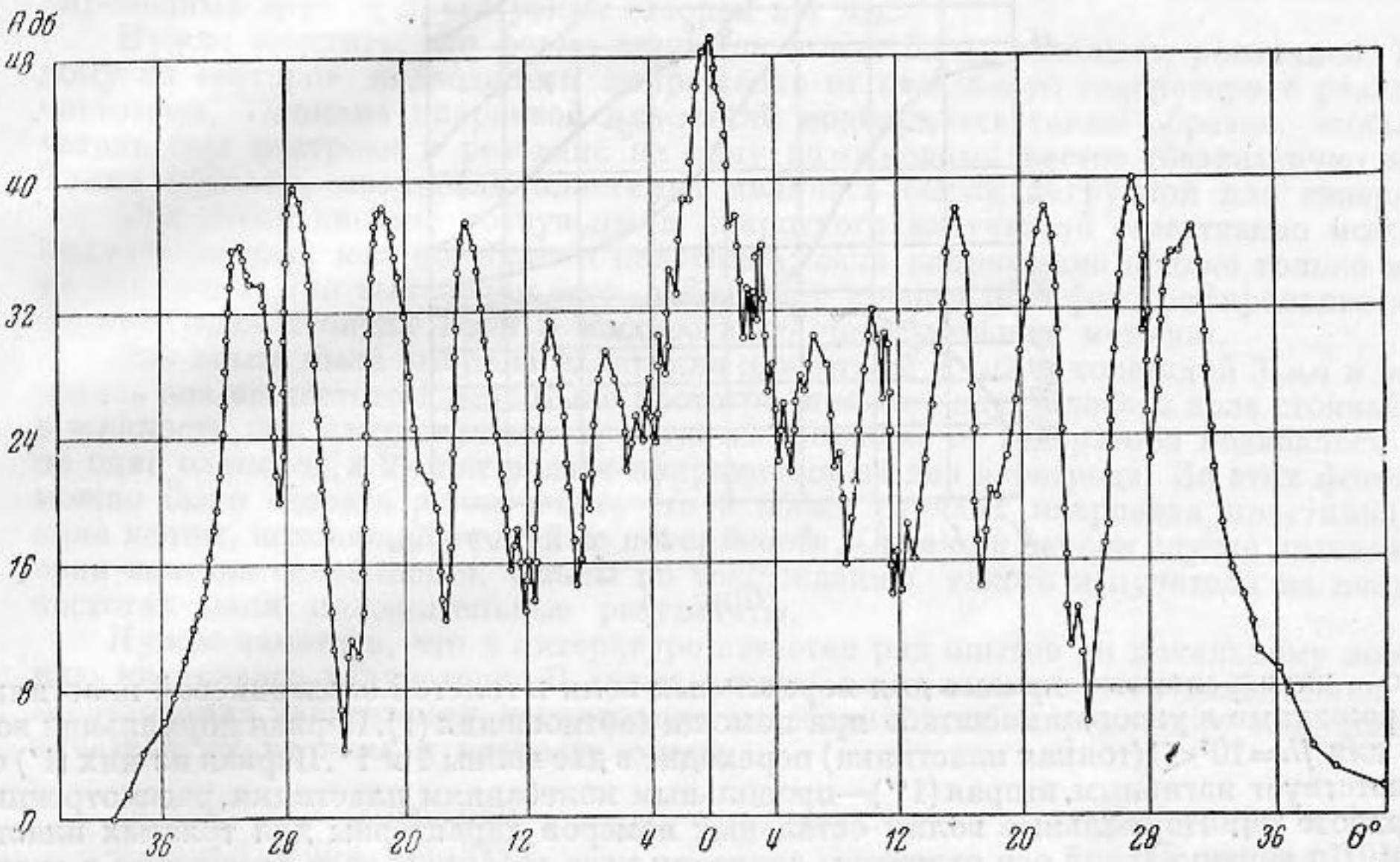
На фиг. 1 приведена полярная характеристика латунной пластинки толщиной 7 мм. Незеркальное отражение наблюдается в области углов падения $\theta = 14, 22, 26, 33, 39, 46^\circ$. Максимум полярной характеристики в области угла падения $\theta = 0^\circ$ соответствует отражению при перпендикулярном падении звуковой волны на пластинку. Полярная характеристика алюминиевой пластинки той же толщины показана на фиг. 2. В этом случае незеркальное отражение наблюдается в области углов падения $\theta = 6, 10, 15, 21, 27, 31^\circ$. Незеркальное отражение звука от стальной пластинки толщиной 5,5 мм (фиг. 3) имеет место при углах падения $\theta = 12, 16, 22, 30^\circ$.

Известно, что в упругом слое колебания могут распространяться вдоль слоя с определенными отличными друг от друга скоростями распространения. Величина этих скоростей определяется упругими параметрами слоя и зависит от толщины слоя и частоты колебаний. Каждое колебание, распространяющееся вдоль слоя с одной из скоростей, представляет собой так называемую «нормальную» волну. Можно утверждать, что незеркальное отражение звука от толстой ограниченной пластинки наблюдается всякий раз, когда фазовая скорость падающей звуковой волны в жидкости вдоль пластинки совпадает со скоростью одной из нормальных волн в пластинке (упругом слое).

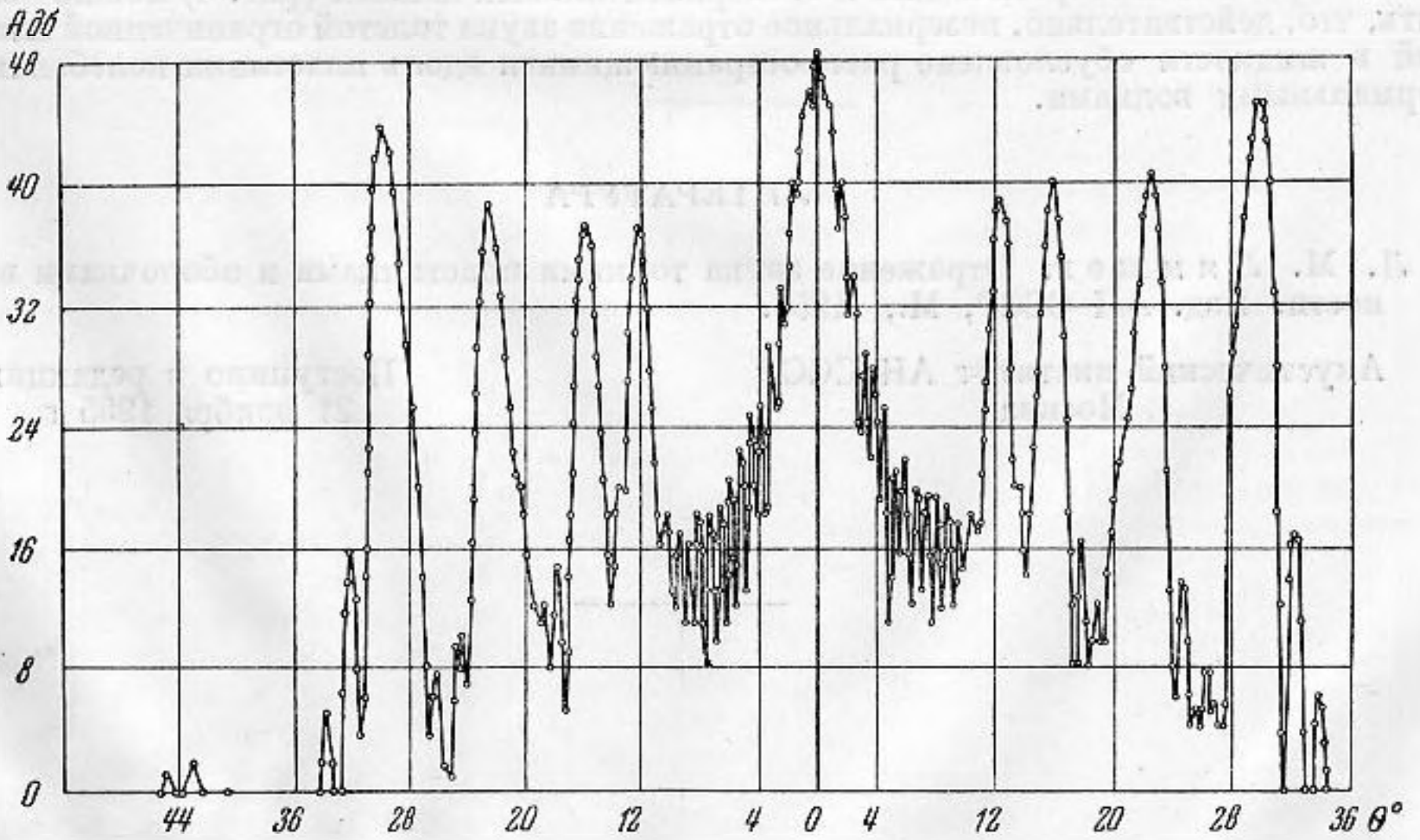
* Подразумеваются пластинки, толщина которых сравнима с длиной продольной волны в материале пластинки или больше нее.



Фиг. 1



Фиг. 2



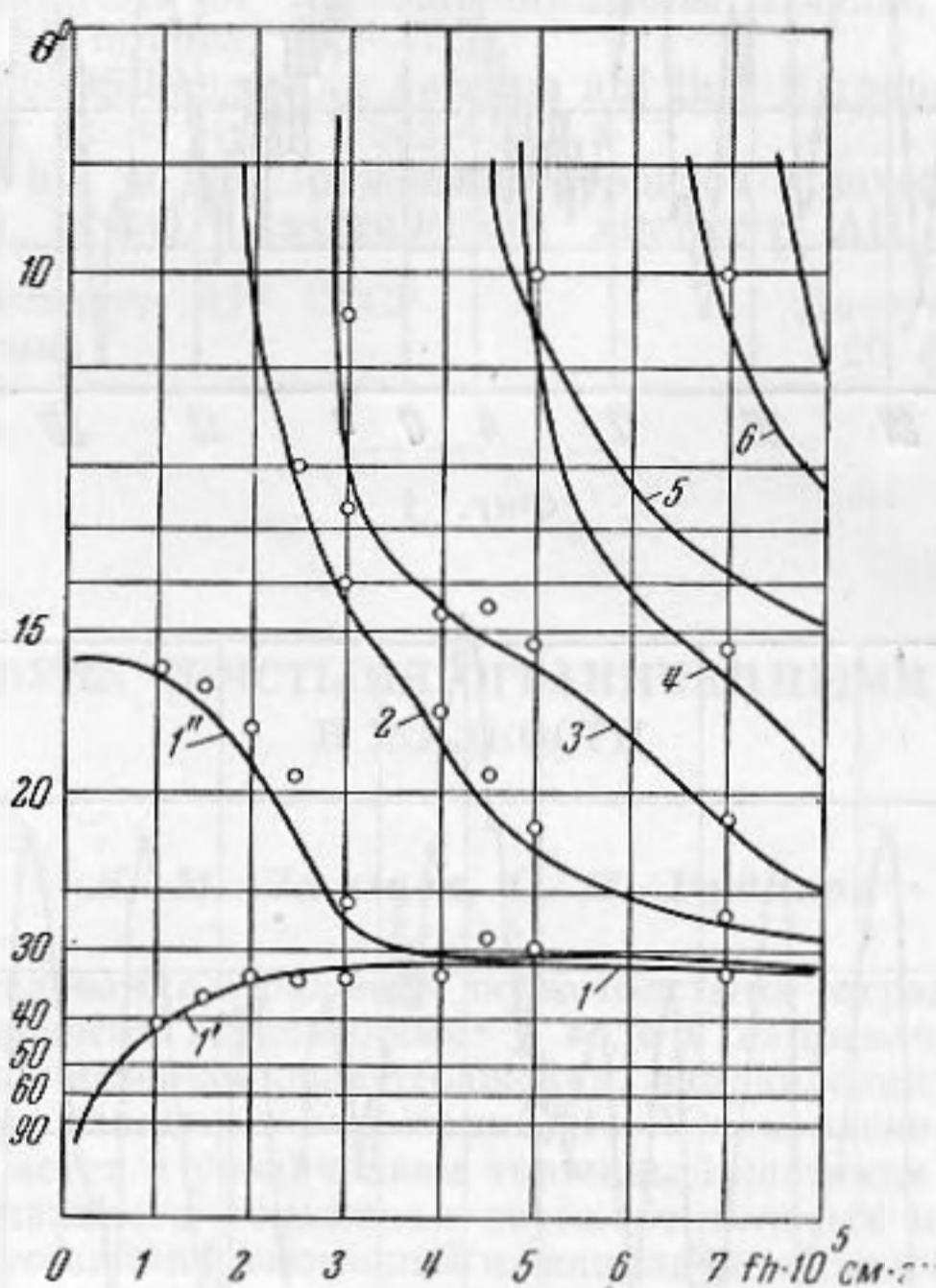
Фиг. 3

Тогда направление незеркального отражения, как и в случае тонких пластинок, будет определяться соотношением

$$\sin \theta = c / c_1, \quad (1)$$

где θ — угол между нормалью к пластинке и направлением незеркального отражения, c — скорость звука в жидкости, c_1 — скорость нормальной волны.

На фиг. 4 сплошными линиями показаны теоретические зависимости угла незеркального отражения звука толстой алюминиевой пластинкой в воде от толщины пластинки и частоты колебаний для нормальных волн различных номеров. По существу



Фиг. 4

это — дисперсионные кривые для нормальных волн в толстой алюминиевой пластинке, выраженные в угловом масштабе при помощи соотношения (1). Первая нормальная волна для $fh = 10^5 < 1$ (тонкая пластинка) переходит в две волны 1' и 1''. Первая из них (1') соответствует изгибным, вторая (1'') — продольным колебаниям пластинки, рассмотренным в работе [1]. Нормальные волны остальных номеров характерны для толстых пластинок. По вертикальной оси отложены значения угла незеркального отражения в градусах, по горизонтальной оси — произведение толщины пластинки на частоту колебаний.

Из сравнения теоретических и экспериментальных данных (фиг. 4) можно заключить, что, действительно, незеркальное отражение звука толстой ограниченной пластинкой в жидкости обусловлено распространяющимися вдоль пластинки колебаниями — нормальными волнами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Л я м ш е в. Отражение звука тонкими пластинками и оболочками в жидкости. Изд. АН СССР, М., 1955.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
21 ноября 1955 г.