

Таблица 2

Решетка	$A, 10^{-4} \text{ см}^{-1}$	Источник	Решетка	$A, 10^{-4} \text{ см}^{-1}$	Источник
Ge	42,7	[4]	ZnSe	60,0	[7]
GaP	53,3	[5]	ZnS	63,8	[8]
CdTe	56,9	[7]	CdSiP ₂	53,9	настоящая работа
ZnTe	56,9	[7]	ZnGeP ₂	53,3	

ся доля ионной связи по сравнению с ковалентной: на первую приходится 20—25% от второй. При этом константы СТС изменяются в пределах $(56—64) \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$. Проведенное сопоставление дает основание утверждать, что в нашем случае ионная связь составляет 20—30% от ковалентной.

Точно так же константы тонкого взаимодействия определяются химической связью, характеризуя, по-видимому, геометрические параметры этой связи. Во всяком случае, отчетливо усматривается вполне однозначная зависимость констант тонкого расщепления от коэффициента тетрагонального сжатия. Следовательно, измерения тонких и сверхтонких констант спектров ЭПР могут служить инструментом исследования химической связи и особенностей тетрагонального сжатия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюнова Н. А., Валов А. В. Полупроводники $A^2B^4C_2^6$. М., 1974, с. 52—53.
2. Shay J. L., Wernick J. H. Ternary chalcopyrite semiconductors — growth, electronic properties and application.— Pergamon Press, N. Y. 1975, 370 p.
3. Kaufmann U., Räuber A., Schneider J. ESR analysis of II B—IV—V₂ semiconductors with Mn^{2+} as a paramagnetic probe.— Phys. Stat. Sol. (b) 1976, 74, N 1, p. 169—175.
4. Watkins G. D. Bull. Am. Phys. Soc. s. II. 1957, 6, N 2, p. 118.
5. Мастеров В. Ф., Саморуков Б. Е., Соболевский В. К., Штельмах К. Ф. ЭПР ванадия в GaP.— Физ. и техн. полупроводников, 1978, 12, № 3, с. 529—533.
6. Breivogel F. W., Sarkissian V. ESR spectrum of Mn^{2+} in chloride, bromide and iodide host compounds.— J. Chem. Phys. 1968, 48, N 6, p. 2442—2445.
7. Yudin V. M. Estimate of covalency in glasses from the effective magnetic field of the Mn^{2+} nuclei.— Phys. Lett. 1968, 27A, p. 200—201.
8. Matsumura O. ESR of Mn-activated phosphors.— J. Phys. Soc. Jap. 1959, 14, p. 108.

Поступила в редакцию
20.06.79

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1980, т. 21, № 5

УДК 534.614

Ф. В. РОЖИН, О. С. ТОНАКАНОВ

КАЛИБРОВКА ГРАДИЕНТНЫХ ГИДРОФОНОВ В НЕЗАГЛУШЕННОМ ГИДРОБАССЕЙНЕ

Методам калибровки градиентных гидрофонов посвящен ряд работ [1—9], в которых рассматриваются как лабораторные так и натурные методы калибровки. Во всех случаях в силу большего распространения приемников давления чувствительность градиентных гидрофонов представляется в единицах звукового давления, так как связь

между колебательной скоростью и звуковым давлением в плоской волне проста.

В работе [3] предложен метод градуировки градиентных гидрофонов в ближнем поле в условиях сферической волны; при этом в условиях эксперимента отражениями от границ открытого водоема глубиной 3—6 м можно пренебречь. Учет сферичности волны и пересчет на условия плоской волны не представляет труда, так как связь между давлением и колебательной скоростью дается простым соотношением $p = \rho c v [1 - (kr)^{-2}]^{-1/2}$. В работе [9] предлагается использование метода ближнего поля для калибровки градиентных гидрофонов в воздухе.

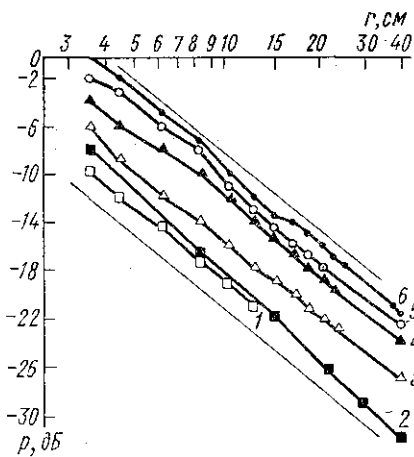


Рис. 1. Убывание звукового поля в функции удаления приемника от источника звука на частотах 315 Гц — 8 кГц. Частота $f = 0,315$ (1); 0,5 (2); 1 (3); 2 (4); 4 (5) и 8 (6) кГц

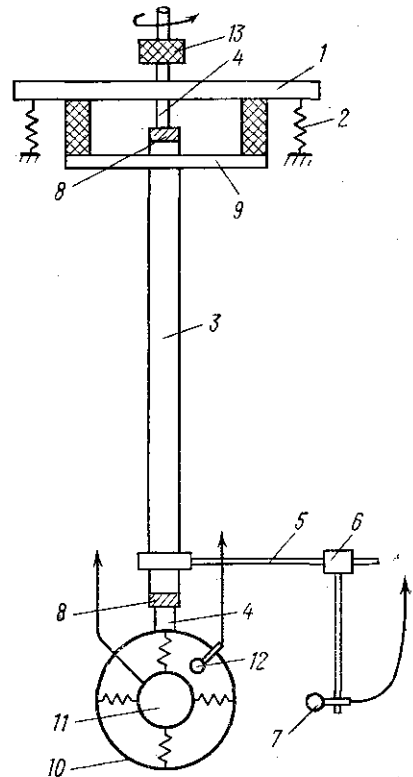


Рис. 2. Схема поворотного устройства установки для калибровки градиентных гидрофонов

Развитию метода [3] применительно к условиям незаглушенного гидробассейна посвящена предлагаемая работа. Измерения проводились в бассейне размерами $10 \times 4 \times 4$ м³ (тот же бассейн, что и в работе [8]). Правомерность применения метода [3] определялась выполнением сферического закона убывания звука в области измерений. Для этих целей был проведен цикл опытных замеров законов убывания звука при различных расположениях источника и приемника звука относительно границ бассейна. Было выяснено, что сферический закон убывания выполняется наилучшим образом при наибольшем удалении приемника и излучателя от стенок бассейна и только в режиме излучения третьоктавной полосы белого шума (диапазон частот 315—8000 Гц). В тональном режиме излучения из-за возбуждения отдельных мод колебаний бассейна, а также из-за интерференции прямого и однократного отраженных сигналов сферический закон зачастую не выполняется. В качестве примера на рис. 1 приведены эксперимен-

тальные данные по убыванию звукового давления в третьоктавных полосах белого шума при удалении излучателя от стенок бассейна на 2 м и заглублении 2 м. Прямые, ограничивающие экспериментальные точки, описывают сферический закон убывания, соответствующий разным начальным уровням.

Для калибровок была создана установка с поворотным устройством, позволяющим вращать в горизонтальной плоскости градиентный гидрофон при точном сохранении расстояния между центрами приемника и излучателя. Схема поворотного устройства показана на рис. 2. Платформа поворотного устройства (1) располагалась на амортизаторах (2) для уменьшения уровня шума, возбуждаемого его мотором в объеме гидробассейна. Особенность устройства в том, что оно содержит две коаксиальные трубы (3) и (4), внешняя из которых неподвижно закреплена к амортизированной площадке (9) платформы (1) и имеет в нижней своей части кронштейн (5) с передвижным зажимом

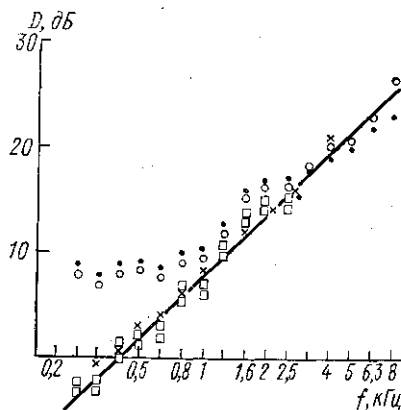


Рис. 3. Чувствительность двух каналов градиентного гидрофона и ее сравнение с натурными измерениями: ●, ○ — прямые измерения в ближнем поле; □ — истинная чувствительность после введения поправки; × — усредненная чувствительность по данным натурных измерений

(6), на котором соосно с градиентным приемником (11) в горизонтальной плоскости располагался ненаправленный сферический излучатель (7) диаметром 20 мм. Внутри трубы (3) на малозумных пластиковых подшипниках скольжения (8) размещалась подвижная труба (4), которая приводилась во вращение через акустическую развязку (13) от мотора поворотного устройства. Труба (4) совершала один оборот за 100 с. В нижней части трубы (4) в кольцевой рамке (10) на резиновых растяжках размещался трехканальный градиентный сферический гидрофон. В качестве чувствительных элементов в нем использовались пьезокерамические датчики ускорения. В той же рамке (10) крепился эталонный приемник давления (12). Путем сравнения сигналов с градиентного и эталонного гидрофонов при известном расстоянии между центрами гидрофонов и излучателя в дальнейшем вычислялась чувствительность градиентного гидрофона.

Исследовался градиентный сферический гидрофон диаметром 10 см. Расстояния между центрами гидрофона и излучателя варьировались в пределах от 14 до 25 см, но основные измерения были проведены при расстоянии между центрами 20 см.

При вращении градиентного гидрофона вокруг вертикальной оси получены диаграммы направленности каналов на различных частотах в пределах 315 Гц — 3,15 кГц. Разность уровней в максимумах и минимумах дипольной характеристики составила величину около 20 дБ, что соответствует качеству применяемых в гидрофоне пьезодатчиков.

Результаты калибровки приведены на рис. 3. Чувствительность D двух каналов градиентного гидрофона, полученная прямым измерением в ближнем поле, обозначена круглыми знаками. Чувствительность

в плоской звуковой волне (после введения поправки на сферичность волны) показана квадратными знаками. Выше 2,5 кГц поправка не вводилась в силу ее малости. X-образными знаками дано усредненное значение чувствительности трех каналов того же приемника, полученное при калибровке в натуральных условиях. На рис. 3 видно хорошее совпадение результатов калибровки в ближнем поле с натурными измерениями. Прямая линия соответствует росту чувствительности градиентного гидрофона по закону 6 дБ на октаву, что находится в хорошем соответствии с экспериментальными данными. Теоретически чувствительность рассматриваемого приемника должна расти по этому закону, так как в качестве приемных элементов в нем использованы датчики ускорения. В плоской же волне модули звукового давления p и колебательного ускорения \dot{v} связаны соотношением $p = \frac{\rho c}{\omega} \dot{v}$.

В заключение отметим, что нижняя частотная граница измерений (315 Гц) определялась уровнем излучаемого сигнала и принципиально может быть понижена при использовании более мощного излучателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bauer V. B. Laboratory calibrator for gradient hydrophones.— J. Acoust. Soc. Am., 1966, 39, N 3, p. 585—586.
2. Bauer V. B., Abbagnano L. A., Shumann J. Wide-range calibration system for pressure-gradient hydrophones.— J. Acoust. Soc. Am., 1972, 51, N 5, (2), p. 1717—1724.
3. Herbert H. J., Paine W. L. Velocity hydrophone calibration.— J. Acoust. Soc. Am., 1971, 49, N 3(2), p. 931—932.
4. Захаров Л. Н. О методах калибровки гидроакустических приемников колебательной скорости.— Акуст. журнал, 1971, 17, № 4, с. 553—562.
5. Schloss F., Strasberg M. Hydrophone calibration in a vibrating column of liquid.— J. Acoust. Soc. Am., 1962, 34, N 4, p. 958—960.
6. Sims C. C. Rapid calibration for small hydrophones.— J. Acoust. Soc. Am. 1964, 36, N 2, p. 402.
7. Strasberg M., Schloss F. Calibration of pressure-gradient transducers in an oscillating liquid column.— J. Acoust. Soc. Am., 1973, 54, N 2, p. 533.
8. Гончаренко Б. И., Захаров Л. Н., Романюк Б. И. О методах градуировки векторного приемника.— Вестн. Моск. ун-та. Физ., астрон., 1976, 17, № 5, с. 529—535.
9. Захаров Л. Н., Иваников А. Н., Андреев М. Ю., Исаев В. В., Нюнни Б. Н. Определение частотных характеристик чувствительности векторного приемника на низких частотах в замкнутых объемах.— В кн.: Тезисы докладов научно-технической конференции по договору о сотрудничестве между МГУ и ПО АвтоЗИЛ. М., 1978, с. 42.

Поступила в редакцию
21.06.79

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1980, т. 21, № 5

УДК 621.372.233

Ю. А. ПИРОГОВ

ЗАТУХАНИЕ ЛАНДАУ В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТОКАХ

Распространение волн пространственного заряда в электронных потоках обычно рассматривается без учета диссипативного рассеяния волновой энергии [1]. Чаще всего это оправдано, так как в отличие от