

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 534

РАССЕЯНИЕ ЗВУКА ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВЫМИ КОНКРЕЦИЯМИ

*Бреховских Л. М., Китковский Ю. Ю., Захлестин А. Ю.,
Савельев В. В.*

Многочисленные исследования рассеяния звука дном океана показали, что в глубоководных районах основной вклад в рассеянный сигнал вносят неровности границы вода — грунт [1—3]. В этой связи особый интерес представляет исследование рассеяния в районах существования на дне железоманганцевых конкреций (ЖМК), покрывающих значительную долю поверхности дна Мирового океана.

Для исследования характеристик рассеяния звука дном океана, покрытым ЖМК, Институтом океанологии АН СССР в 1983 г. были поставлены целенаправленные исследования в Тихом океане. Работы проводились комплексно как традиционными геологическими, так и новыми акустическими методами. К первым относились взятие поверхностных проб грунта дночерпателем и фотографирование дна подводной установкой; ко вторым — исследование характеристик рассеяния звука глубоководным акустическим комплексом (ГАК) [4], исследование акустических характеристик дна с помощью штатных судовых систем — узколучевого эхолота NBS на частотах 12, 20 и 30 кГц и гидролокатора «Суперлодар» на частоте 20 кГц, а также получение карты расположения на дне ЖМК с помощью локатора бокового обзора (ЛБО), разработанного и изготовленного ИОАН и ОКБ ОТ [5].

Исследования проводились следующим образом: в выбранном районе был поставлен на якорь реперный буй с очень малой притравкой якорного троса, что позволило добиться малого хождения буя по поверхности океана (в среднем за 12 дней около 200 м при максимальном размахе 500 м), положение буя контролировалось системой спутниковой навигации и радиолокатором. Все маневры судно совершало относительно буя. Буй был поставлен на краю полигона размером 2×1 км. На этом полигоне было получено 23 грунтовых пробы дночерпателем и 70 подводных фотографий поверхности дна, а также была проведена многократная съемка дна с помощью ЛБО для получения карт расположения ЖМК на дне. Затем, ориентируясь на полученные данные, были выбраны на полигоне две точки — с максимальным количеством ЖМК на единицу площади (в кг/м²) и с минимальным — и в них были получены угловые и частотные зависимости силы рассеяния с помощью системы ГАК в диапазонах углов падения 20—80° и частот 4—16 кГц. На этом же полигоне измерялась зависимость коэффициента отражения звука при нормальном падении с помощью штатных судовых эхолотов.

Кроме детально исследованного полигона в этом районе были также получены: карты расположения конкреций на дне с помощью ЛБО на площади около 1000 км² с производительностью от 30 до 100 км²/ч; пробы грунта в нескольких точках с помощью дночерпателя и прямооточной грунтовой трубки; 100 фотографий поверхности дна; угловые и частотные зависимости силы рассеяния в нескольких точках с помощью ГАКа, а также измерялась изменчивость коэффициента отражения при нормальном падении.

Работы, проводившиеся в течение 12 сут, показали, что в исследованном районе на дне имеются ЖМК, размеры которых колеблются от 10—12 см до долей см. Однородные поля ЖМК на дне имеют пространственную изменчивость с масштабом порядка километра или сотен метров. Поля с наибольшей продуктивностью содержат конкреции максимального диаметра (10—12 см) с продуктивностью, превышающей 20 кг/м², поля с наименьшей продуктивностью содержали ЖМК размерами, не превышавшими 4—6 см, с продуктивностью в несколько раз меньшей, чем в полях с максимальным содержанием ЖМК.

Сила рассеяния звука в полях с максимальной продуктивностью была выше таковой в полях с минимальной на 6—7 дБ во всем частотном диапазоне [6], что примерно и должно быть в соответствии с разницей в размерах ЖМК и в продуктивности тех и других полей ЖМК.

Угловая зависимость силы рассеяния в интервале углов падения 30—80° практически не менялась. Это говорит о том, что в этом диапазоне углов основной вклад в рассеянный сигнал вносят ЖМК, лежащие на поверхности дна.

Частотные зависимости коэффициента рассеяния во всех полях ЖМК в диапазоне частот 4—16 кГц близки четвертой степени частоты [6], что хорошо согласуется с соотношением размеров конкреций и длин волн.

Коэффициент отражения звука от дна при нормальном падении возрастает

при переходе от полей ЖМК со слабой продуктивностью к полям с сильной продуктивностью, что хорошо объясняется разницей в акустических сопротивлениях конкреций (в среднем $4-5 \text{ (кг/м}^2 \cdot \text{с)} \times 10^6$) и подстилающих осадков (около $2 \text{ (кг/м}^2 \cdot \text{с)} \times 10^6$) [7], а также тем, что ЖМК расположены на дне на расстояниях много меньших первой зоны Френеля, которая для условий опыта составляла примерно 25 м на частоте 10 кГц и 15 м — на 30 кГц.

Съемки дна, проведенные ЛБО, показали хорошую контрастность записи между полями ЖМК с продуктивностью около 20 кг/м^2 и полями с продуктивностью менее 8 кг/м^2 , что подтвердило высказанные ранее предположения о возможности экспрессной разведки ЖМК акустическими методами [3, 8, 9]. Дополнительную информацию при этом можно получать также, измеряя одновременно коэффициент отражения звука при нормальном падении. Однако эти данные получаются только вдоль линии движения судна, тогда как ЛБО позволяет получать информацию о площади при производительности метода около $100 \text{ км}^2/\text{ч}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Житковский Ю. Ю., Воловова Л. А. Sound scattering from the ocean bottom. Rapp. 5-e Congr. Internat. Acoustique, Liege., 1965, Rap. E-67.
2. Житковский Ю. Ю. Исследование рассеяния звука дном океана.— Тр. АКИН, 1967, № 2, с. 118—130.
3. Акустика океана/Под ред. Бреховских Л. М. М.: Наука, 1974, с. 451—490.
4. Зотов А. И., Кузнецов В. Н., Савельев В. В. Глубоководный комплекс для гидроакустических исследований.— Океанология, 1984, т. XXIV, вып. 1, с. 175—179.
5. Артемьев В. А., Бабошин Ю. Б., Ломоносов Ю. И., Пронин С. В., Шахов М. Н. Гидролокатор бокового обзора дальнего действия.— Океанология, 1983, т. XXII, вып. 6, с. 1053—1055.
6. Зотов А. И., Фокин А. В. Об исследовании локальных характеристик рассеяния звука дном глубокого океана.— Океанология, 1985, т. XXV, вып. 2, с. 219—223.
7. Шахов М. Н. О скорости распространения продольных волн в материале железомарганцевых конкреций.— Океанология, 1984, т. XXIV, вып. 2, с. 308—310.
8. Житковский Ю. Ю., Лысанов Ю. П. Акустические методы разведки полезных ископаемых на дне океана.— Тез. докл. Всесоюз. межвузовск. научн. конф. М.: Горный институт, 1967.
9. Житковский Ю. Ю., Краснобородько В. В., Лысанов Ю. П. Способ обнаружения конкреций на дне океана.— Авт. свид. № 1103166, 1983. М.: Кл. G01S15/04, G01V1/00. Б. И. № 26, 1984.

Институт океанологии
им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
27.XII.1984

УДК 534.232

ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ТЕРМООПТИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН, ВОЗБУЖДАЕМЫХ УЗКИМ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ В МЕТАЛЛАХ

*Золотов С. И., Крылов В. В., Пономарев Е. П.,
Штенцель Т. В.*

В настоящем сообщении излагаются результаты экспериментального исследования характеристик направленности термооптического излучателя звука, возбуждаемого сфокусированным в линию лазерным пучком в алюминиевом образце, и приводится сравнение полученных данных с расчетом. Эксперименты, аналогичные проделанным, были недавно выполнены авторами работы [1]. Однако полученные в этой работе результаты, на наш взгляд, некорректны, поскольку отмеченное авторами довольно интенсивное излучение поперечных волн в направлении нормали к поверхности не согласуется с общими представлениями о симметрии. Согласно этим представлениям, в рассматриваемой симметричной задаче излучения поперечных волн в нормальном направлении не должно быть. Указанное несоответствие, по-видимому, связано с тем, что как продольные, так и поперечные волны регистрировались в работе [1] одним и тем же датчиком продольных колебаний.

В наших экспериментах использовался импульсный Nd:YAG-лазер с длиной волны светового излучения $1,06 \text{ мкм}$ и мощностью в импульсе до 8 кВт . Длительность импульса составляла $\sim 100 \text{ нс}$, частота повторения — $10 \div 50 \text{ Гц}$. Исходный лазерный пучок диаметром $\sim 1 \text{ мм}$ с помощью системы линз фокусировался на плоской поверхности алюминиевого полудиска радиусом 9 см и толщиной 3 см в узкую световую полосу длиной 3 см и шириной $0,1 \text{ мм}$, реализуя тем самым линейный термооптический источник (или точечный источник в двумерной геометрии). Возбуждение продольных и поперечных волн соответственно регистрировалось с помощью перемещаемых вдоль периметра полудиска пьезодатчиков продольных или