АКУСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том XXXI 1985 Вып. 4

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 534

РАССЕЯНИЕ ЗВУКА ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫМИ КОНКРЕЦИЯМИ

Бреховских Л. М., Житковский 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 железомарганцевых 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 якоре 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/м^2) 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 км^2 с производительностью от 30 до 100 км^2/ч; пробы грунта в нескольких точках с помощью дночерпателя и прямоточной 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/м^2, 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 (кг/м^2·с)×10^6) и подстилающих осадков (около 2 (кг/м^2·с)×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 км^2/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. И.* 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. И.* 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 мкм и мощностью в импульсе до 8 кВт. Длительность импульса составляла ~100 нс, частота повторения — 10÷50 Гц. Исходный лазерный пучок диаметром ~1 мм с помощью системы линз фокусировался на плоской поверхности алюминиевого полудиска радиусом 9 и толщиной 3 см в узкую световую полосу длиной 3 см и шириной 0,1 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