

УДК 550.834 : 551.214 (265.53)

БОНДАРЕНКО В. И., НАДЕЖНЫЙ А. М.

## АКУСТИЧЕСКИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА В РАЙОНЕ ПОДВОДНОГО ГАЗОГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ВЫХОДА У О-ВА ПАРАМУШИР

В связи с проблемой повышения эффективности нефтепоисковых работ в геофизике развиваются прямые методы обнаружения углеводородов [5]. Одним из таких методов является метод «яркого пятна» в многоканальной сейсморазведке [4]. В качестве основных поисковых признаков газонасыщенных горизонтов выделяются следующие: разрастание амплитуд отражений от кровли газонасыщенного пласта («яркое пятно»), изменение полярности отражений, ослабление интенсивности отражений от границ, расположенных ниже газонасыщенного пласта, и смещение их спектра в сторону низких частот [4]. По этим признакам, например, выделены газонасыщенные горизонты в пределах континентального склона Центрально-Американского желоба, которые были подтверждены бурением в 67 рейсе судна «Гломар Челенджер» [7]. Подобный подход возможен и при интерпретации данных одноканальной сейсмопрофилирования; иллюстрацией служат детальные сейсмоакустические исследования с высоким разрешением в северной части Атлантического моря [6]. Здесь было выделено несколько типов «акустических объектов», обусловленных аккумуляцией газа в осадках, миграцией газа и его выделением в водную толщу по проницаемым зонам. Таким образом, газонасыщенные осадки выделяются в сейсморазведке по «яркому пятну» как на частотах первые десятки Гц (метод общей глубинной точки — ОГТ), так и на частотах в несколько кГц (сейсмопрофилирование с высоким разрешением). Можно ожидать, что газонасыщенные осадки будут выделяться по «яркому пятну» и методами сейсморазведки на промежуточных частотах (100—300 Гц). Одним из таких методов является применяемое нами для изучения подводных вулканов одноканальное непрерывное сейсмопрофилирование (НСП) с преобладающей частотой зондирующего импульса от 80 до 300 Гц [2]. Интересным объектом для выделения газонасыщенных осадков по данным НСП является описанный в [1] газогидротермальный выход в районе о-ва Парамушир, где на основании косвенных признаков предполагается существование гидротермальной системы. По данным НСП, в районе этого выхода хорошо развит осадочный чехол. Его видимая мощность более 1 км (при скорости звука в осадках 2000 м/с). Мы вполне предположить, что осадки, перекрывающие гидротермальную систему, могут содержать продукты ее деятельности и, в частности газ в свободном виде. В [3] приводится обзор работ, посвященных выделению углеводородов в гидротермальных и вулканических системах. Делается вывод, что при благоприятных условиях в пределах термальных полей Узон-Гейзерной гидротермальной системы за время ее существования (0,1—1 млн. лет) могло сформироваться крупное газовое месторождение [3]. Мы полагаем, что фактором, благоприятствующим аккумуляции газов (безотносительно их состава), связанных с предполагаемой гидротермальной системой, является процесс накопления морских осадков в пределах системы (эти осадки, в принципе, и сами могут генерировать

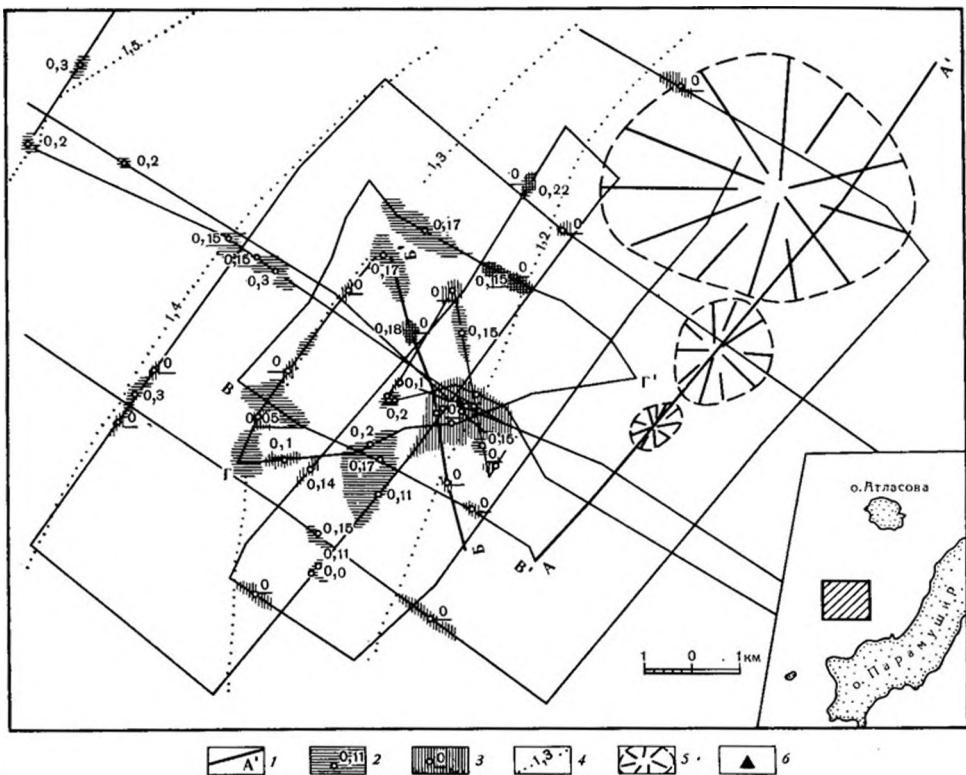


Рис. 1. Схема расположения акустических неоднородностей верхней части осадочного чехла в районе предполагаемого подводного газогидротермального выхода. 1 — профили НСП, жирной линией показано положение фрагментов профилей, представленных на рис. 2; 2 — акустические неоднородности типа «яркое пятно»; 3 — «облакоподобные» структуры; 4 — изолинии глубины интенсивного отражающе-рассеивающего горизонта (в секундах удвоенного времени распространения сигнала); 5 — куполообразные акустически немые структуры; 6 — точка предполагаемого газогидротермального выхода ГГТВ (по [1]). Цифрами в пределах неоднородностей показана их глубина относительно дна моря в масштабе удвоенного времени пробега волны

газы). Отдельные слои этих осадков могут быть газонепроницаемыми экранами. В этом случае можно предполагать существование эффекта «яркого пятна», связанного с высокими отражающими свойствами кровли газонасыщенных осадков.

Предварительные результаты интерпретации сейсмограмм НСП в районе газогидротермального выхода изложены в [1]. Более тщательный анализ сейсмограмм позволил выделить в пределах осадочной толщи на ГГТВ целый ряд акустических неоднородностей.

К первому типу акустических неоднородностей относятся отдельные границы с резко повышенной отражающей способностью («яркое пятно» (?)), подчеркивающиеся в кратных отражениях (рис. 1, 2). Значительная часть этих неоднородностей приурочена к интенсивному отражающе-рассеивающему горизонту, который полого вздымается в восток-юго-восточном направлении от 1,5 с (в масштабе удвоенного вертикального времени распространения сейсмической волны) в западной части полигона до 1,2 с в его центре. В то же время отдельные «яркие пятна» можно встретить выше и ниже интенсивного отражающе-рассеивающего горизонта. Характерной особенностью неоднородностей первого типа является ослабление на сейсмограммах НСП отражений от границ, расположенных ниже «ярких пятен». «Яркие пятна» дополнительно маркируются возрастанием на сейсмограммах уровня микросейм. Этот

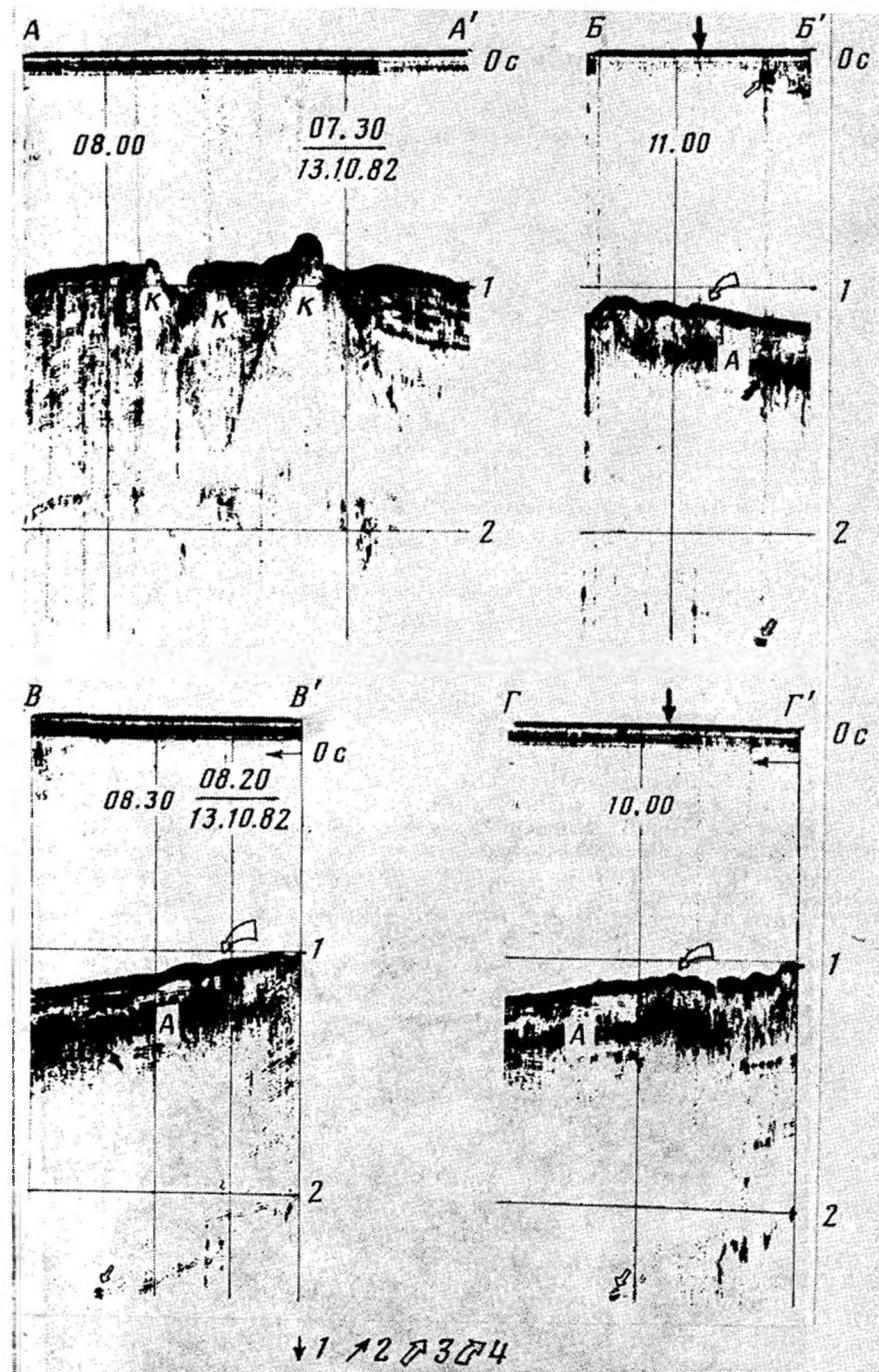


Рис. 2. Фрагменты записей НСП, демонстрирующие особенности строения верхней части осадочного чехла в районе предполагаемого газогидротермального выхода. Положение профилей см. рис. 1. А — интенсивный отражающе-рассеивающий горизонт; К — куполообразные структуры. 1 — местоположение предполагаемого газогидротермального выхода; 2 — акустические неоднородности типа «яркое пятно»; 3 — записи этих неоднородностей в кратных отражениях; 4 — записи облакоподобных структур

факт, вероятно, объясняется отражением шумов судна — исследователя от границы с аномальными акустическими характеристиками.

Второй тип акустических неоднородностей представлен на сейсмограммах НСП «облакоподобными» структурами (см. рис. 2). Наиболее крупная из подобных структур отмечается в районе газогидротермального выхода. Вершина этой крупной неоднородности подходит непосредственно к поверхности дна. Размеры ее в поперечнике составляют около 2 км. Ряд более мелких «облакоподобных» структур отмечается на некотором удалении от этого выхода. Многие из них по вертикали связаны с «яркими пятнами», располагаясь выше них. Отдельные из этих более мелких структур вершинами подходят к поверхности дна.

К третьему типу акустических неоднородностей следует отнести встреченные в северо-восточной части полигона куполообразные акустически немые структуры (рис. 1, 2). Поверхности этих структур имеют секущий контакт с границами напластования вмещающих осадков.

Характер акустических неоднородностей первых двух типов в пределах осадочной толщи (наряду с влиянием на облик сейсмограмм НСП особенностей разреза, связанных со значительной долей в нем вулканогенной составляющей или с длительной деятельностью подводных гидротермальных источников [1]) может быть также объяснен образованием газонасыщенных горизонтов, миграцией газа по латерали в пределах отдельных пластов и по вертикали по проницаемым зонам. Как видно из рис. 1, подводный газогидротермальный выход в плане коррелируется с акустической неоднородностью второго типа, причем поверхность «облакоподобной» структуры подходит к поверхности дна. Можно предполагать, что в пределах этой площадки диаметром около 2 км имеется не один такой выход. По аналогии с более мелким «облакоподобным» акустическим неоднородностям с отметкой «О» относительно дна (см. рис. 1) могут быть приурочены подводные выходы газогидротерм (?).

Акустические неоднородности третьего типа могут объясняться (см. [1]) существованием в северо-восточной части полигона экструзивных куполов. Эти неоднородности можно объяснить также образованием зон гидротермального изменения осадков и выравниванием за счет них акустических свойств отдельных пластов над относительно глубокими магматическими телами.

К сожалению, наши возможности были ограничены особенностями аппаратурного комплекса НСП судна «Вулканолог» [2]. Сказалось отсутствие воспроизводимой магнитной записи сейсмотрасс. Это обстоятельство не позволяет производить амплитудный и фазовый анализ отражений. Необходима постановка дополнительных детальных исследований в этом районе с более совершенной аппаратурой. Они могут дать исключительно важный материал о возможности поиска подводных газогидротермальных выходов по данным НСП.

## Выводы

По данным НСП в районе предполагаемого подводного газогидротермального источника обнаружен ряд акустических неоднородностей верхней части разреза, которые могут быть объяснены миграцией в осадках по латерали и вертикали газов, возможно, связанных с деятельностью погребенной гидротермальной системы, и образованием за счет этого газонасыщенных горизонтов. Проведенные исследования показывают возможность применения метода НСП в комплексе с другими методами для поиска подводных газогидротермальных источников и гидротермальных систем. Для повышения достоверности интерпретации материалов НСП на подобных объектах необходимо совершенствование аппаратурного комплекса НСП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдейко Г. П., Гавриленко Г. М., Черткова Л. В., Бондаренко В. И., Рашидов В. А., Гусева В. И., Мальцева В. И., Сазонов А. П. Подводная газогидротермальная активность на северо-западном склоне о. Парамушир (Курильские острова).— Вулканология и сейсмология, 1984, № 6, с. 66—81.
2. Баснак В. В., Дубровский В. Н., Селиверстов Н. И. Аппаратурный комплекс непрерывного сейсмического профилирования на НИС «Вулканолог».— Вулканология и сейсмология, 1981, № 1, с. 98—103.
3. Бескровный Н. С., Набоко С. И., Главатских С. Ф., Ермакова В. И., Лебедев Б. А., Талиев С. Д. О нефтеносности гидротермальных систем, связанных с вулканизмом.— Геология и геофизика, 1971, № 2, с. 3—14.
4. Сейсмическая стратиграфия/Под ред. Пейтона Ч. М.: Мир, 1982, с. 846.
5. Сейсморазведка. Справочник геофизика/Под ред. Гурвича И. И., Номоконова В. П. М.: Недра, 1981. 464 с.
6. Стефанон А. Акустические характеристики газонасыщенных осадков в северной части Адриатического моря.— В кн.: Акустика дна океана/Под ред. Купермана У. и Енсена Ф. М.: Мир, 1984, с. 59—64.
7. Ladd J. W., Ibrahim A. K., McMillen K. J., Latham G. V., von Huene R. E. Interpretation of seismic reflection data of the Middle America trench offshore Guatemala.— In: Initial Report of Deep Sea Drilling Project, 1982, Washington, U. S. Government Printing Office, v. 67, p. 675—689.

Институт вулканологии  
ДВНЦ АН СССР

Поступила в редакцию  
12.V.1985