

А. Н. Густайтис, Е. В. Наркевский
ФГУННП Полярная Морская Геологоразведочная Экспедиция,
г. Санкт-Петербург,
a-gustaytis@narod.ru

Поиск районов гидротермального рудообразования с помощью гидрофизического метода

Краткий обзор предыдущих исследований. В ходе зарубежных и отечественных экспедиций (1986–1996 гг.) в осевой зоне северной части САХ получены многочисленные геолого-геофизические данные, которые позволили оценить перспективный отрезок рифтовой долины между разломами Вима и Атлантис (11°–30° с.ш.) для обнаружения полей глубоководных полиметаллических сульфидов (ГПС).

В результате проведенных Полярной Морской Геологоразведочной Экспедицией (ПМГРЭ) в сотрудничестве с ФГУННП «ВНИИОкеангеология» региональных и поисковых работ с 1986 по 1998 гг. на НИС «Профессор Логачев» были открыты: гидротермальное поле «Логачев-1» (14°45' с.ш.) и рудопроявление «Логачев-2» (14°43' с.ш.) в 1994 г. [Батуев и др., 1995]; рудопроявление 24°30' с.ш. в 1998 г. [Богданов, 1997]; гидротермальные поля «Ашадзе-1» (12°58' с.ш.) в 2003 г. и «Ашадзе-2», расположенное вблизи от «Ашадзе-1», в 2005 г. [Beltenev et al., 2003].

Методы поиска активной гидротермальной деятельности. Одним из наиболее эффективных методов поиска современных активных гидротермальных источников океанских рифтов является поиск аномалий в физических и химических полях придонных вод или гидротермального факела (плюма).

Основа гидрофизического метода заключается в площадной съемке станций вертикального зондирования с целью исследования структуры распределения гидрофизических и гидрохимических параметров. В практике поисков активных гидротермальных источников наиболее информативными, гидрофизическими параметрами являются потенциальная температура, удельная электропроводность (соленость), гидростатическое давление и (прозрачность) мутность. Помимо этого в придонной водной толще забираются пробы морской воды на определение концентраций взвешенных и растворенных форм таких микроэлементов как Cu, Zn, Fe и Mn. Эти химические элементы (если их концентрации превышают фоновые значения), а также значительные колебания в гидрофизических полях являются маркерами наличия источника поступления рудных элементов в морскую среду.

Обратим особое внимание на то, что при удалении от источника нейтральная часть факела (плюма) постепенно теряет свойственные ей термохалинные характеристики, одновременно с этим сильно изменяется химический состав гидротермального раствора [Гурвич, 1998]. Таким образом, наличие нейтрального плюма указывает на присутствие на океаническом дне активного гидротермального источника.

Итак, сущность гидрофизического метода сводится, в первую очередь, к получению информации о влиянии гидротермальной деятельности на структуру океанологических полей (распределение термохалинных характеристик, прозрачности и концентрации микроэлементов) в придонном слое океана с последующим поиском географического положения источника.

Ниже приводятся результаты исследований ПМГРЭ в Атлантическом океане.

Для исследования структуры гидрофизических полей применялся зондирующий комплекс SBE 911*plus* в составе погружаемого устройства CTD SBE 9*plus* и бортового блока DU SBE 11*plus*. Этот комплекс предназначен для измерения гидростатического давления, температуры, удельной электропроводности и прозрачности (мутности) с частотой сканирования до 24 Гц. Целью гидрофизических работ являлось получение информации о влиянии гидротермальной деятельности на структуру океанологических полей в придонном слое океана с последующим поиском географического положения источника.

Гидрофизическая характеристика придонных вод района рудного поля «Ашадзе-1». В 22 рейсе НИС «Профессор Логачев» в результате гидрофизического опробования был выявлен устойчивый гидротермальный плюм. В течение суток в районе этого плюма было открыто рудное поле впоследствии названное «Ашадзе-1». В 24 рейсе НИС «Профессор Логачев» гидрофизическая съемка в районе этого рудного поля была продолжена.

На двух станциях (1277 и 1278) севернее «Ашадзе-1» был зафиксирован плюм. На ст. 1277 в слое 3680–3980 м наблюдается увеличение мутности (рис. 1) на 0.012–0.036 FTU (фоновая величина 0.006 FTU). С глубиной величина градиента параметра возрастает, и мутность достигает максимума, равного 0.048 FTU на уровне 3807–3810 м. На уровне аномалии мутности в полях температуры, солености и плотности наблюдаются микроинверсии, соответствующие высокочастотным колебаниям прозрачности в «теле» плюма. Слой воды 3400–3700 м характеризуется повышенным тепло- и солесодержанием.

На ст. 1278 плюм разделяется на 2 слоя (рис. 2). Его развитие начинается с горизонта 3665 м, где значения мутности растут до 0.022 FTU на глубине 3695 м. Верхняя граница второго (основного) аномального слоя максимально контрастна: мутность возрастает с 0.018 FTU на горизонте 3760 м до 0.081 FTU на горизонте 3795 м. Нижняя граница аномального слоя очерчена так же резко, как и верхняя: уже на горизонте 3960 м мутность снижается до 0.025 FTU. Далее с глубиной она монотонно (за исключением высокочастотных колебаний поля) убывает ко дну до 0.015–0.017 FTU.

В результате проведения натуральных гидрофизических исследований к северу от поля «Ашадзе» был обнаружен плюм, который *не связан с ранее выявленными источниками*. Для получения дополнительной информации о пространственном распространении гидротермального флюида и локализации его границ в районе ст. 1278 было выполнено девять зондирований, в районе ст. 1277 – шесть. Одним из важных результатов было определение высокой пространственно-временной изменчивости гидрофизических полей на полигоне. Наличие гидротермального плюма подтвердилось, однако, исходя из сравнительного анализа данных оказалось, что его пространственная структура не соответствовала прежней. Данный факт объясняется либо пространственно временной динамикой гидротермального флюида, либо полями течений у дна.

Связанность аномалии мутности, которая фиксируется на всем протяжении профиля 1282, с плюмом, наблюдаемым на ст. 1278 (1295-2), неясная. Это, прежде всего, следует из неочевидности гидродинамической общности этих плюмов.

В 26 рейсе НИС «Профессор Логачев» работы по изучению гидротермального поля «Ашадзе-1» были продолжены, показали высокую сходимость результатов исследований с 24-м рейсом и подтвердили наличие относительно стабильного гидро-

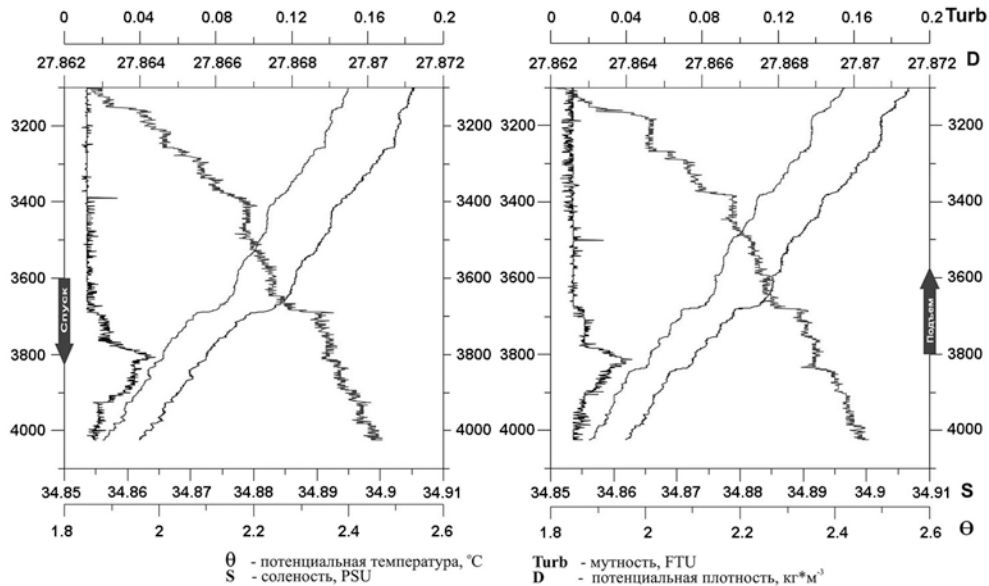


Рис. 1. Вертикальные профили гидрофизических параметров на станции 1277.

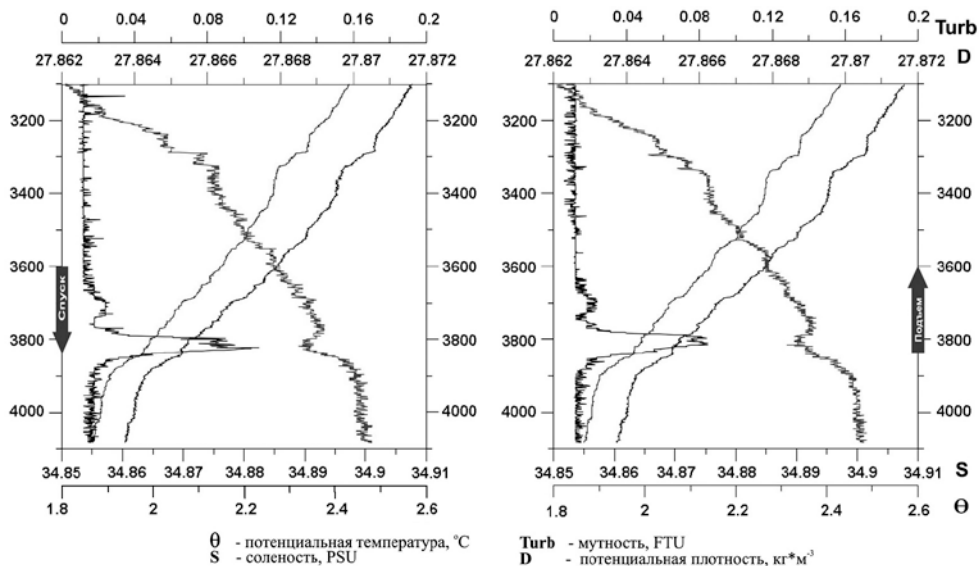


Рис. 2. Вертикальные профили гидрофизических параметров на станции 1278.

термального плюма. Однако наличие аномального слоя придонной воды с «ураганными» значениями мутности к северу от гидротермального поля «Ашадзе-1» не подтвердилось, что, по-видимому, связано с нестабильностью поступления в водную толщу гидротермальных флюидов.

Гидрофизическая характеристика придонных вод участка «Ашадзе-2». В 26-м рейсе НИС «Профессор Логачев» к западу от рудного поля «Ашадзе-1» были зафиксированы аномалии естественного электрического поля и Eh с помощью подводного аппарата «Рифт», а также были измерены аномалии в придонной водной толще гидрофизическим зондом. В результате исследований было открыто рудное поле «Ашадзе-2».

На основании полученных результатов выделяются три гидрофизических станции – 1499-2, 1501-5 и 1502, где существуют аномальные области в вертикальном распределении температуры, солености и мутности. Вероятно, они вызваны гидротермальной активностью. Наибольшая динамика изменения гидрофизических параметров, связанная с предполагаемой гидротермальной активностью, наблюдается на станции 1499-2, в придонном слое от 3020 до 3070 м. Абсолютные значения потенциальной температуры и солености скачкообразно колеблются на величину 0.5 °C и 0.06 PSU соответственно. Слабее, по сравнению с рассмотренной выше станцией, гидротермальная активность выражена на ст. 1501-5, где изменение всех параметров уменьшается: температуры до 0.3 °C, солености до 0.04 PSU, мутности до 0.022 FTU. В наименьшей степени гидротермальная активность выражена на ст. 1502, где аномальный слой составляет всего 30 м (3110–3140 м) с вертикальными градиентами солености и температуры 0.04 PSU и 0.4 °C соответственно и максимальным значением мутности всего 0.016 FTU.

Гидрофизические аномалии придонного слоя воды на станциях участка имеют локальный характер. На расстоянии от 90 до 250 м от станций, где прослеживался аномальный слой придонной воды, было выполнено несколько замеров, где признаков гидротермальной активности в полях гидрофизических параметров не наблюдалось.

Заключение. Гидрофизические исследования являются одним из важнейших и результативных методов поиска гидротермальных рудопроявлений в Мировом океане. В результате исследований были обнаружены рудные поля «Ашадзе-1» и «Ашадзе-2». Рудный узел «Ашадзе» характеризуется наличием стабильной гидротермальной активности.

Литература

Батуев Б. Н., Кротов А. Г., Марков В. Ф. и др. Новое гидротермальное поле в осевой зоне Срединно-Атлантического хребта (14°45'с.ш.) // ДАН, 1995. Т. 343. № 1. С. 75–79.

Богданов Ю. А. Гидротермальные рудопроявления рифтов Срединно-Атлантического хребта. М.: Научный мир, 1997. 166 с.

Гурвич Е. Г. Металлоносные осадки Мирового океана. М.: Научный Мир, 1998. 340 с.

Beltenev V., Nescheretov A., Shilov V. et al. New discoveries at 12°58' N and 44°52' W MAR: initial results from the Professor Logatchev-22 cruise // InterRidge Newsletter, 2003. Vol. 12 (1). P. 13–15.