

**Изучение газонасыщенного гидротермального флюида подводного вулкана Пийпа  
Н.С. Полоник**

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, 690041; e-mail: [nikpol@poi.dvo.ru](mailto:nikpol@poi.dvo.ru)*

Впервые отобраны и проанализированы образцы гидротермального флюида отобранные из источников на северной и южной вершинах вулкана Пийпа. Анализ компонентов газовой фазы гидротермального флюида выполненный методом «head-space» показал значительное содержание метана (от 88,84 до 98,41%).

Вулкан Пийпа – самый северный тихоокеанский подводный вулкан, был обнаружен в восьмидесятых годах XX века в ходе экспедиций на НИС "Вулканолог" [1]. Вулкан Пийпа относится к действующим подводным вулканам с современными проявлениями гидротермальной активности. Многочисленные гидротермальные проявления, локализованные на северной и южной вершинах вулкана, являются источниками газонасыщенного высокотемпературного флюида. Несмотря на то, что вулкан Пийпа и его геологическое обрамление (массив Вулканологов) достаточно хорошо изучены [2], до настоящего времени дискуссионным остается вопрос о составе газовой компоненты флюида из гидротермальных источников на северной и южной вершинах вулкана Пийпа [3]. Исследование подводных источников флюида сильно затруднено и возможно только с помощью автономных или обитаемых подводных аппаратов.

В ходе экспедиции на НИС "Академик М.А. Лаврентьев" в мае-июле 2016 года с помощью робототехнического комплекса «Comanche» впервые были отобраны шесть проб гидротермального флюида непосредственно из жерл действующих гидротермальных построек на северной и южной вершинах вулкана Пийпа. Для пробоотбора был использован управляемый робототехнический подводный комплекс "Comanche", оборудованный манипулятором с двумя трехлитровыми батометрами Нискина. Во время пробоотбора манипулятор с батометрами располагался над гидротермальным источником таким образом, чтобы поток флюида проходил непосредственно через открытый батометр. Две пробы были отобраны на северной вершине, четыре – на южной вершине вулкана Пийпа (табл.).

Первый из образцов был отобран из отдельного гидротермального источника на глубине 395 метров. Этот гидротермальный источник представлял из себя карбонатную постройку высотой 0,5 метров и диаметром 10-15 см. В этой точке отбора мы наблюдали только выход горячей воды (муар) из гидротермальной постройки без явных признаков выхода пузырей газа. Второй образец воды был отобран на небольшом расстоянии (около 30-40 см) от постройки для сравнения.

Анализ газовой фазы образцов флюида, отобранного на северной вершине (образцы 105 и 106, табл.) показал значительное преобладание метана над другими компонентами. Концентрация метана составляла 95,18 % для образца, отобранного непосредственно из гидротермальной постройки и 88,84 % для образца воды, отобранного рядом с постройкой. Общее содержание других компонентов газовой смеси (этана, кислорода, углекислого газа и азота) варьировалось от 4,82 до 11,16 %. Для отобранных на северной вершине вулкана образцов были характерны низкие концентрации этана (0,175–0,19%).

Два образца газонасыщенного флюида были отобраны на глубине 470 метров на южной вершине вулкана Пийпа из одиночного источника (трещина) в карбонатной корке (образцы 115 и 116, табл.). Над источником наблюдались потоки горячего флюида (муар). Концентрация метана в отобранном образце составляла 97,06 %. Для

этого образца гидротермального флюида характерно относительно высокое содержание этана (1,01%), а общее содержание других неуглеводородных газов (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>) составляло 1,92 %. В ходе всплытия подводного робота “Comanche” была нарушена герметичность одного из батометров (образец 115, табл.). Этот образец также был проанализирован: даже в этом случае наблюдалось значительное преобладание метана в воде над другими компонентами газовой фазы (54,28 %). Концентрация неуглеводородных газов в этом случае также была значительной (44,82 %). Очевидно, что такое значительное уменьшение концентрации метана связано с газообменными процессами, происходившими при всплытии из-за нарушения герметичности батометра.

**Таблица. Газовый состав гидротермального флюида из гидротермальных источников подводного вулкана Пийпа**

Номер пробы <sup>1,2</sup>	Место отбора	CH <sub>4</sub> (% об)	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (% об)	O <sub>2</sub> (% об)	CO <sub>2</sub> (% об)	N <sub>2</sub> (% об)
105 <sup>5</sup>	Северная вершина	88,84	0,19	1,19	0,94	8,84
106 <sup>3</sup>	Северная вершина	95,18	0,175	1,19	0,26	3,19
115 <sup>4</sup>	Южная вершина	54,28	0,88	5,72	1,11	37,99
116 <sup>3</sup>	Южная вершина	97,06	1,01	0,23	0,07	1,62
141 <sup>3</sup>	Южная вершина	92,89	0,98	0,93	0,14	5,05
142 <sup>3,6</sup>	Южная вершина	98,41	1,15	0,05	0,08	0,3

<sup>1</sup>Процентное содержание газов в таблице отображает газовый состав равновесной фазы (гелия)

<sup>2</sup>Объемные концентрации рассчитаны методом внутренней нормировки и не учитывают содержания сероводорода в равновесной фазе

<sup>3</sup>Пробы, отобранные из жерла активного гидротермального источника

<sup>4</sup>В ходе всплытия аппарата «Comanche» была нарушена герметичность батометров

<sup>5</sup>Проба отобрана вблизи жерла гидротермального источника

<sup>6</sup>Проба, насыщенная газом, с сильным запахом сероводорода

Еще два образца были отобраны на глубине 453 метра из потока флюида интенсивно бьющего из небольшой карбонатной постройки (141 и 142, табл.). В этом случае метан также являлся основным компонентом газовой смеси (92,89–98,41 %). Общее содержание остальных компонентов газовой смеси было низким (1,58–7,1 %). Образцы флюида с южной вершины отличались от ранее отобранных образцов с северной вершины вулкана в основном содержанием этана. Содержание метана было более высоким в образцах с южной вершины (0,88–1,15 %). Все образцы флюида, отобранные непосредственно из гидротермальных источников были сильно газонасыщенными, «газированными», а также обладали сильным запахом сероводорода. Температура отобранного флюида, измеренная на борту судна сразу после пробоотбора составляла 36 °С.

Наши исследования гидротермального флюида вулкана Пийпа показали, что основным компонентом газовой смеси является метан. Для всех образцов флюида содержание метана варьировалось от 92,89 до 98,41 %. Общее содержание неуглеводородных газов было низким во всех случаях (0,43–4,64 %). Наши данные в целом подтверждаются предыдущими результатами анализа единственного образца свободного газа из вулкана Пийпа [3,4]. Однако, наши исследования также показывают, что истинное содержание метана в гидротермальном флюиде оказалось более высоким, чем было установлено ранее.

### Список литературы

1. *Селиверстов Н.И., Авдейко Г.П., Иваненко А.Н. и др.* Новый подводный вулкан в западной части Алеутской островной дуги // Вулканология и сейсмология. 1986. №4. С. 3-16.
2. *Мелекесцев И.В.* Особенности геоморфологии и истории формирования массива Вулканологов в Беринговом море (новая версия) // Вестник Камчатской региональной организации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2014. Том 1. №23. С. 200-212.
3. *Taran Y.A., Torokhov P.V., Pokrovsky B.G., et al.* Isotopic composition of mineral precipitates and free gas associated with hydrothermal vents of Piip submarine volcano, Bering sea // *Geochemical J.* 1992. V. 26. P. 291-297.
4. *Torokhov, P.V., Taran, Y.A.,* Hydrothermal fields of the Piip submarine volcano, Komandorsky Back-Arc Basin: Chemistry and origin of vent mineralization and bubbling gas // *B. Geol. Soc. Denmark* 1994. Vol. 41. P. 55–64.