

Substance composition produced by mud volcanoes of Sakhalin Island and Azerbaijan: the first comparison

O. A. Nikitenko¹

V. V. Ershov¹

Ju. A. Perstneva¹

D. D. Bondarenko¹

E. E. Baloglanov²

O. R. Abbasov²

¹*Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

²*Institute of Geology and Geophysics Azerbaijan National Academy of Science, Baku, Azerbaijan*

Abstract

A comparative analysis of isotope-geochemical parameters of solid, liquid and gaseous products of mud volcanoes of Sakhalin and Azerbaijan has been carried out. It is established that the most significant differences of mud volcanoes of two considered regions are manifested themselves in the chemical composition of free gases. The prevalence of CH₄ in the composition of mud volcanic gases is typical for Azerbaijan volcanoes, whereas in the gas composition of Sakhalin mud volcanoes CO₂ prevails. It is also established that the waters of mud volcanoes in Azerbaijan are more diverse in chemical composition and have relatively high mineralization. Data on the isotopic ($\delta^{18}\text{O}$, δD) and chemical composition of mud volcanic waters indicate that the sedimentation-buried waters of marine genesis with a different degree of postsedimentation changes are the basis of the aqueous component of the mud volcanic substance of both regions. However, the Sakhalin volcanoes are characterized by higher concentrations of a number of components (HCO₃⁻, Na⁺, Mg²⁺, Li⁺, etc.), which is caused by the metamorphism of mud volcanic waters under the influence of CO₂. It is shown that the chemical composition of the breccia of the Azerbaijan and Sakhalin mud volcanoes differs poorly. Significant differences are manifested in the content of CaO. Concentration of CaO in the breccia of Azerbaijan volcanoes is an order of magnitude higher than in breccia of Sakhalin volcanoes. The obtained data suggests that the formation of the material composition of mud volcanoes' products is greatly influenced by the interaction processes in the geochemical «water-rock-gas» system, which is the inlet channel of a mud volcano.

Keywords

mud volcanoes, groundwater, natural gases, mud breccia, chemical composition, stable isotopes, Sakhalin, Azerbaijan

For citation: Nikitenko O.A., Ershov V.V., Perstneva Ju.A., Bondarenko D.D., Baloglanov E.E., Abbasov O.R. Substance composition produced by mud volcanoes of Sakhalin Island and Azerbaijan: the first comparison. *Geosystems of Transition Zones*, 2018, vol. 2, N 4, p. 346–358. (In Russ.). doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.346-358

Для цитирования: Никитенко О.А., Ершов В.В., Перстнева Ю.А., Бондаренко Д.Д., Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р. Вещественный состав продуктов деятельности грязевых вулканов Сахалина и Азербайджана: сравнительный анализ. *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 4. С. 346–358. doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.346-358

References

1. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р. *Атлас грязевых вулканов мира*. Баку: Nafta-Press, 2015a. 322 с.

2. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Рахманов Р.Р. Сравнительный анализ грязевого вулканизма в черноморском и каспийском регионах // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2015б. № 2. С. 92–105.
3. Валяев Б.М., Гринченко Ю.И., Ерохин В.Е., Прохоров В.С., Титков Г.А. Изотопный облик газов грязевых вулканов // *Литология и полезные ископаемые*. 1985. № 1. С. 72–87.
4. Веселов О.В., Соинов В.В. Тепловой поток Сахалина и Южных Курильских островов // *Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. Т. 4. С. 153–176.
5. Войтов Г.И. О химических и изотопно-углеродных нестабильностях грифонных газов грязевых вулканов (на примере Южно-Каспийской и Таманской грязевулканических провинций) // *Геохимия*. 2001. № 4. С. 422–433. [Voitov G.I. Chemical and carbon isotope instabilities in the gryphon gases of mud volcanoes: An example of the Southern Caspian and Taman' mud-volcano province. *Geochemistry International*, 2001, 39(4): 373-383.]
6. Галимов Э.М. *Геохимия стабильных изотопов углерода*. М.: Недра, 1968. 226 с.
7. Гулиев И.С., Фейзуллаев А.А., Алиев А.А., Мовсимова У.А. Состав газов и органического вещества пород-выбросов грязевых вулканов Азербайджана = [Guliyev I.S., Feisullayev A.A., Aliyev Ad.A., Movsimova U.A. Composition of gases and organic matter of rocks-ejections of mud volcanoes of Azerbaidjan] // *Геология нефти и газа*. 2005. № 3. С. 27–31.
8. Дадашев А.А., Зорькин Л.М., Блохина Г.Г. Новые данные об изотопном составе углерода метана природных газов грязевых вулканов Азербайджана // *Докл. АН СССР*. 1982. Т. 262, № 2. С. 399–401.
9. Ершов В.В., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И. Изотопно-геохимические характеристики свободных газов Южно-Сахалинского грязевого вулкана и их связь с региональной сейсмичностью // *Докл. АН*. 2011. Т. 440, № 2. С. 256–261. [Ershov V.V., Shakirov R.B., Obzhirov A.I. Isotopic-geochemical characteristics of free gases of the South Sakhalin mud volcano and their relationship to regional seismicity. *Doklady Earth Sciences*, 2011, 440(1): 1334-1339. <https://doi.org/10.1134/s1028334x11090169>]
10. Ершов В.В., Олесик С.М. Исследования элементного состава сопочной брекчии из грифонов Южно-Сахалинского грязевого вулкана // *Вестн. ДВО РАН*. 2014. № 4. С. 39–46.
11. Ершов В.В., Левин Б.В. Новые данные о вещественном составе продуктов деятельности грязевых вулканов Керченского полуострова // *Докл. АН*. 2016. Т. 471, № 1. С. 82–86. [Ershov V.V., Levin B.V. New data on the material composition of mud volcano products on Kerch Peninsula. *Doklady Earth Sciences*, 2016, 471(1): 1149-1153. <https://doi.org/10.1134/s1028334x16110027>]
12. Ершов В.В., Никитенко О.А. Изотопный и химический состав вод Южно-Сахалинского грязевого вулкана (по результатам опробования 2009 и 2010 гг.) = [Ershov V.V., Nikitenko O.A. Isotopic and chemical composition of waters of the Yuzhno-Sakhalinsk mud volcano (sampling in 2009 and 2010)] // *Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*. 2017. № 4–1. С. 110–120. <https://doi.org/10.23683/0321-3005-2017-4-1-110-120>
13. Ершов В.В., Никитенко О.А., Перстнева Ю.А., Балогланов Э.Э., Аббасов О.Р. Геохимические исследования продуктов деятельности грязевых вулканов Азербайджана // *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сб. статей V Всерос. молодеж. геол. конф., 25–30 сент. 2017, Уфа*. Уфа: ООО Альфа-реклама, 2017. С. 117–123.
14. Ильев А.Я., Сапрыгин С.М., Сырык И.М. Извержение Пугачевского грязевого вулкана в 1967 г. // *Изв. Сахалинского отдела Геогр. о-ва СССР*. 1970. Вып. 1. С. 92–99.
15. *Интерпретация геохимических данных* / под ред. Е.В. Склярова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
16. Киквадзе О.Е. *Геохимия грязевулканических флюидов Кавказского региона*: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. М.: ГИН РАН, 2016. 23 с.
17. Лаврушин В.Ю., Поляк Б.Г., Прасолов Э.М., Каменский И.Л. Источники вещества в продуктах грязевого вулканизма (по изотопным, гидрохимическим и геологическим данным) // *Литология и полезные ископаемые*. 1996. № 6. С. 625–647.
18. Лаврушин В.Ю., Гулиев И.С., Киквадзе О.Е. Алиев Ад.А., Покровский Б.Г., Поляк Б.Г. Воды грязевых вулканов Азербайджана: изотопно-химические особенности и условия формирования // *Литология и полезные ископаемые*. 2015. № 1. С. 3–29. [Lavrushin V.Y., Kikvadze O.E., Pokrovsky B.G., Polyak B.G., Guliev I.S., Aliev A.A. Waters from mud volcanoes of Azerbaijan: Isotopic-geochemical properties and generation environments. *Lithology and Mineral Resources*, 2015, 50(1): 1-25. <https://doi.org/10.1134/s0024490215010034>]
19. Лагунова И.А., Гемп С.Д. Гидрогеохимические особенности грязевых вулканов // *Советская геология*. 1978. № 8. С. 108–124.
20. Мельников О.А., Ильев А.Я. О новых проявлениях грязевого вулканизма на Сахалине // *Тихоокеан. геология*. 1989. Т. 8, № 3. С. 42–49.

21. Рахманов Р.Р. *Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр*. М.: Недра, 1987. 174 с.
22. Сирык И.М. *Нефтегазоносность восточных склонов Западно-Сахалинских гор*. М.: Наука, 1968. 248 с.
23. Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И., Зарубина Н.В., Карабцов А.А. Геохимические и минералогические особенности грязевых вулканов о-ва Сахалин // *Вестн. ДВО РАН*. 2008. № 4. С. 58–65.
24. Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Веникова А.Л., Пестрикова Н.Л. Элементы-примеси в современной сопочной брекчии грязевых вулканов о. Сахалин // *Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2015. № 1. С. 19–30.
25. Фейзулаев А.А. О роли давления в термokatалитических процессах в осадочном комплексе Южно-Каспийского бассейна // *Геология и геофизика*. 2013. Т. 54, № 2. С. 262–270. [Feyzullayev A.A. The role of pressure in thermocatalytic processes in the sedimentary complex of the South Caspian basin. *Russian Geology and Geophysics*, 2013, 54(2): 200-205. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2013.01.006>]
26. Холодов В.Н. Грязевые вулканы: закономерности размещения и генезис. Сообщ. 2. Геолого-геохимические особенности и модель формирования // *Литология и полезные ископаемые*. 2002. № 4. С. 339–358.
27. Цитенко Н.Д. Грязевые вулканы в Дагинском районе о. Сахалина // *Труды ВНИГРИ*. 1961. Вып. 181. С. 171–175.
28. Челноков Г.А., Жарков Р.В., Брагин И.В., Веселов О.В., Харитоновна Н.А., Шакиров Р.Б. Геохимические характеристики подземных флюидов южной части Центрально-Сахалинского разлома = [Chelnokov G.A., Zharkov R.V., Bragin I.V., Veselov O.V., Kharitonova N.A., Shakirov R.B. Geochemical characteristics of subterranean fluids of the Southern Central Sakhalin Fault] // *Тихоокеан. геология*. 2015. Т. 34, № 5. С. 81–95.
29. Чернышевская З.А. О грязевых вулканах в южной части Сахалина // *Труды СахКНИИ СО АН СССР*. 1958. Вып. 6. С. 118–130.
30. Якубов А.А., Алиев Ад.А. *Грязевые вулканы*. М.: Знание, 1978. 56 с.
31. Chao H.C., You C.F., Liu H.C., Chung C.H. The origin and migration of mud volcano fluids in Taiwan: Evidence from hydrogen, oxygen, and strontium isotopic compositions // *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 2013. Vol. 114. P. 29–51. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.03.035>
32. Dia A.N., Castrec-Rouelle M., Boulegue J., Comeau P. Trinidad mud volcanoes: Where do the expelled fluids come from? // *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 1999. Vol. 63 (7/8). P. 1023–1038. [https://doi.org/10.1016/s0016-7037\(98\)00309-3](https://doi.org/10.1016/s0016-7037(98)00309-3)
33. Etiope G., Feyzullayev A., Milkov A.V., Waseda A., Mizobe K, Sun C.H. Evidence of subsurface anaerobic biodegradation of hydrocarbons and potential secondary methanogenesis in terrestrial mud volcanoes // *Marine and Petroleum Geology*. 2009. Vol. 26 (9). P. 1692–1703. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2008.12.002>
34. Feyzullayev A.A. Mud volcanoes in the South Caspian basin: Nature and estimated depth of its products // *Natural Science*. 2012. Vol. 4 (7). P. 445–453. <https://doi.org/10.4236/ns.2012.47060>
35. Fotoohi S., Negaresh H. Investigating morphological characteristics and chemical composition of Naftlige mud volcano in Golestan province, eastern part of the Caspian Sea // *Geografiska Annaler. Series A: Phys. Geography*. 2016. Vol. 98 (3). P. 207–219. <https://doi.org/10.1111/geoa.12133>
36. Inan S., Yalcin N.M., Guliyev I.S., Kuliev K., Feizullayev A.A. Deep petroleum occurrences in the Lower Kura Depression, South Caspian Basin, Azerbaijan: an organic geochemical and basin modelling study // *Marine and Petroleum Geology*. 1997. Vol. 14 (7/8). P. 731–762. [https://doi.org/10.1016/S0264-8172\(97\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0264-8172(97)00058-5)
37. Kharaka Y.K., Mariner R.H. Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins // *Thermal history of sedimentary basins, methods and case histories*. Springer-Verlag, 1989. P. 99–117. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3492-0>
38. Mazzini A., Svensen H., Planke S., Guliyev I., Akhmanov G.G., Fallik T., Banks D. When mud volcanoes sleep: Insight from seep geochemistry at the Dashgil mud volcano, Azerbaijan // *Marine and Petroleum Geology*. 2009. Vol. 26 (9). P. 1704–1715. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2008.11.003>
39. Nakada R., Takahashi Y., Tsunogai U., Guodong G., Shimizu H., Hattori K.H. A geochemical study on mud volcanoes in the Junggar Basin, China // *Applied Geochemistry*. 2011. Vol. 26 (7). P. 1065–1076. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2011.03.011>
40. Wan Z., Wang X., Lu Y, Sun Y., Xia B. Geochemical characteristics of mud volcano fluids in the southern margin of the Junggar basin, NW China: implications for fluid origin and mud volcano formation mechanisms // *Intern. Geology Review*. 2017. Vol. 59 (13). P. 1723–1735. <https://doi.org/10.1080/00206814.2017.1295281>