

## Вещественный состав продуктов деятельности грязевых вулканов Сахалина и Азербайджана: сравнительный анализ

**О. А. Никитенко**<sup>1</sup>

**В. В. Ершов**<sup>1</sup>

**Ю. А. Перстнева**<sup>1</sup>

**Д. Д. Бондаренко**<sup>1</sup>

**Э. Э. Балогланов**<sup>2</sup>

**О. Р. Аббасов**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,  
Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики Национальной Академии наук  
Азербайджана, Баку, Азербайджан

Выполнен сравнительный анализ изотопно-геохимических параметров твердых, жидких и газообразных продуктов деятельности грязевых вулканов Сахалина и Азербайджана. Установлено, что наиболее существенные различия грязевые вулканы из рассматриваемых регионов проявляют в химическом составе свободных газов. Для азербайджанских вулканов характерно преобладание в составе грязевулканических газов  $\text{CH}_4$ , для сахалинских –  $\text{CO}_2$ . Установлено также, что воды вулканов Азербайджана более разнообразны по химическому составу и имеют относительно высокую минерализацию. Совокупность данных об изотопном ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) и химическом составе сопочных вод свидетельствует о том, что в основе водной компоненты грязевулканического вещества обоих регионов лежат седиментационно-погребенные воды морского генезиса с разной степенью постседиментационных изменений. Однако для сахалинских вулканов характерны повышенные концентрации ряда компонентов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$  и др.), что обусловлено метаморфизацией сопочных вод под воздействием  $\text{CO}_2$ . Показано, что брекчии азербайджанских и сахалинских грязевых вулканов по химическому составу различаются слабо. Существенные различия проявляются лишь в содержании  $\text{CaO}$ , которое в брекчии азербайджанских вулканов на порядок выше, чем в сахалинских. Полученные данные позволяют говорить о том, что на формирование вещественного состава продуктов грязевулканической деятельности большое влияние оказывают процессы взаимодействия в геохимической системе «вода–порода–газ», которой является подводящий канал грязевого вулкана.

### Ключевые слова

грязевые вулканы, подземные воды, природные газы, сопочная брекчия, химический состав, стабильные изотопы, Сахалин, Азербайджан

**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

**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 3, p. 346–358. (In Russ.). doi: 10.30730/2541-8912.2018.2.4.346-358

### Список литературы

1. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р. *Атлас грязевых вулканов мира*. Баку: Nafta-Press, 2015а. 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 грифонов 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., Мовсумова У.А. Состав газов и органического вещества пород-выбросов грязевых вулканов Азербайджана = [Guliyev I.S., Feisullayev A.A., Aliyev Ad.A., Movsumova 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., Wanga 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>