

УДК 548.5

ЭМАНАЦИОННЫЕ И ИЗОТОПНО-УГЛЕРОДНЫЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ГРИФОННЫХ ГАЗОВ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА БУГАЗСКИЙ И СОПРЯЖЕННЫХ С НИМ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР (ТАМАНСКАЯ ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКАЯ ПРОВИНЦИЯ)

© 2004 г. **Г. И. Войтов**, А. Л. Собисевич, Л. Е. Собисевич, А. П. Пронин, Э. И. Микадзе, И. И. Науменко-Бондаренко, И. Н. Пузич

Представлено академиком В.Н. Страховым 09.07.2003 г.

Поступило 15.07.2003 г.

По современным представлениям корни грязевых вулканов Таманской грязевулканической провинции не выходят из олигоцена [1], а углеводородная составляющая их газов связана с отложениями не древнее отложений мелового возраста [2]. Однако в ряде петрографических работ показано [3], что в сопочной брекчии грязевых вулканов Тамани присутствуют кварцевые порфиры, стекловатые обсидианы, трахитоиды и фрагменты других эффузивных пород верхнеюрского или даже более древнего возраста. В спонтанных газах грязевых вулканов Западно-Кубанского продольного и Керченско-Таманского поперечного прогибов (в частности, грязевого вулкана Бугазский и др.) фиксируются газы, в углеводе CO_2 которых обнаруживаются образцы с мантийной углеродной меткой (табл. 1) [4].

Образцы газа из грифонов грязевого вулкана Бугазский, которые были отобраны нами в 1995 и 1996 гг., а также из газовых струй в зонах глубоких разломов, контролирующих вулкан Бугазский, содержат помимо CH_4 и его гомологов CO_2 , в углеводе которого также фиксируется мантийная метка (табл. 2), в то время как по набору компонентов ряда метана спектр индивидуальных углеводородов существенно шире (табл. 1).

Газы, образцы которых отобраны в 1995 г. из спонтанно проявляющихся струй в зонах глубоких разломов, контролирующих грязевый вулкан Бугазский, химически представляют собой смеси водорода, гелия, CH_4 , CO_2 и азота, а также гомологов метана до пентана включительно (табл. 2).

Таковыми же газами в пределах Северного и Северо-Восточного Предкавказья характеризуются породы осадочно-метаморфического комплекса па-

леозоя. Их углеводороды легкие, на 99.99% представлены метаном (табл. 1). Содержание его гомологов не превышает 0.00n% по объему. В большинстве образцов содержатся все компоненты ряда метана до гексана включительно, в том числе нормальные и изомерные формы бутанов и пентанов, а также непредельные соединения (олефины), хотя количество последних часто выходит за пределы чувствительности детектора ионизации в пламени водорода (менее $10^{-5}\%$) (табл. 2).

Заметим, что использованием сенсоров водорода, чувствительностью до $10^{-6}\%$ по объему, впервые удалось выделить во вмещающем Бугазский грязевый вулкан блоке пород линейную зону выхода на поверхность водородных газов [6]. Эта зона пространственно совпадает с проекцией выхода на дневную поверхность регионально секущих пластичных глин майкопа и подстилающих пород палеозоя. Зона выделяется также в поле гелия, что дополнительно свидетельствует о связи корней грязевого вулкана с осадочно-вулканогенными породами протерозоя (рис. 1).

Углерод CH_4 образцов со значениями $\delta^{13}\text{C}$ в пределах от -39.5 до -46.9% , отобранных из грифонов грязевого вулкана Бугазский в 1995 г., изотопно на 2–3‰ тяжелее углерода в пробах газа отборов 2002 г. (рис. 2).

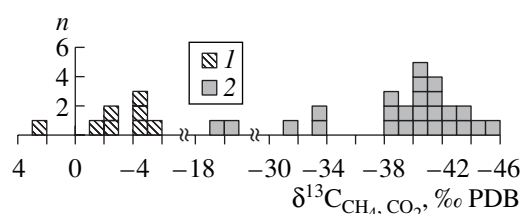


Рис. 1. Сводная гистограмма распределения величин $\delta^{13}\text{C}$ газов грязевого вулкана Бугазский: 1 — $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$; 2 — $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$.

Объединенный институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта
Российской Академии наук, Москва

Таблица 1. Химический и изотопный составы газов грифонов грязевого вулкана Бугазский Таманской грязевулканической провинции

№ п.п.	Время отбора, часы	Химический состав, % по объему					Изотопный состав, $\delta^{13}\text{C}$, ‰ PDB	
		He	N ₂	CH ₄	ΣТ.У.	CO ₂	CH ₄	CO ₂
09.09.1995 г. (по данным В.П. Рудакова и др.)								
1	10 ⁰⁰	0.0022	0.00	95.03	0.0025	4.97	-32.8	Не опр.
2	11 ⁰⁰	0.0037	3.27	88.26	0.0060	4.77	-42.9	Не опр.
11.09.1995 г. (по данным В.П. Рудакова и др.)								
3	11 ⁰⁰	0.0020	8.99	87.94	0.0038	3.08	-41.7	Не опр.
4	11 ¹⁵	0.0031	0.00	91.14	0.0037	8.62	-42.8	Не опр.
5	11 ²⁰	0.0031	0.97	90.24	0.0052	8.78	-41.2	Не опр.
6	11 ⁴⁵	0.0032	0.00	88.62	0.0026	11.37	-40.1	Не опр.
7	12 ⁰⁰	0.0041	1.99	89.45	0.0027	8.55	-41.7	Не опр.
8	12 ¹⁵	0.0032	0.24	93.42	0.0011	6.33	-40.0	Не опр.
9	12 ³⁰	0.0031	0.00	90.00	0.0094	9.99	-41.0	Не опр.
31.10.1996 г. (по данным В.А. Алексеева, Н.Г. Алексеевой, Г.И. Войтова)								
10	08 ¹²	0.000	5.20	73.98	0.280	21.25	-31.1	-1.9
11	08 ⁴⁵	0.0034	2.68	81.00	0.190	19.03	-43.9	-0.8
12	09 ⁰⁰	0.0034	3.80	81.54	0.170	16.42	-39.2	-4.0
13	09 ¹⁵	0.0000	3.38	78.84	0.170	18.11	-33.1	Не опр.
14	09 ³⁰	0.0034	9.00	74.52	0.260	19.56	-18.9	-4.6
15	10 ⁰⁰	0.0034	2.02	80.06	0.920	16.15	-45.4	-4.0
16	10 ³⁰	0.0085	2.86	78.840	1.340	16.60	-19.7	Не опр.
17	11 ⁰⁰	0.0086	2.70	76.68	0.640	18.35	-41.4	Не опр.
18	12 ⁰⁰	0.0051	2.90	77.22	1.190	17.87	-38.7	-1.5
19	18.05.1997 г.	0.0040	1.05	89.40	0.000	9.63	-40.1	+1.5
09.09.2002 г. (по данным Г.И. Войтова)								
20		0.003	0.00	85.80	268.34	9.50	-39.5	Не опр.
21		0.003	0.00	85.51	210.56	8.21	-38.1	Не опр.
12.09.2002 г. (по данным Г.И. Войтова)								
22		0.002	18.20	72.09		8.29	-37.6	-4.1
23		0.002	11.44	77.68		8.29	-40.9	Не опр.
24		0.002	8.84	82.38		7.00	-38.4	Не опр.
25		0.002	21.84	65.69		8.21	-39.6	Не опр.

С другой стороны, углерод метана изотопно более стабилен во времени по сравнению с углеродом CO₂ в образцах, отобранных из струй природных газов в линейных зонах разломов, контролирующих грязевый вулкан Бугазский.

Заметим, что изотопно углерод CO₂ варьирует в пределах от +7.8 до -8.3‰ $\delta^{13}\text{C}$ PDB, что дало основание справедливо классифицировать углеродистые газы грязевых вулканов Таманской грязевулканической провинции как ювенильные или метаморфогенного происхождения [4].

В отборах газа в сентябре 2002 г. из зон глубоких разломов углерод CH₄ имел изотопно-углерод-

ную метку, варьирующую от -40.9 до -53.6‰ $\delta^{13}\text{C}$, в то время как вариации изотопного состава углерода метана из грифонов грязевого вулкана Бугазский (рис. 1) изменялись в пределах от -18.0 до -46.0‰ $\delta^{13}\text{C}$.

По химическому и изотопно-углеродному облику газовых грифонов вулкана Бугазский, а также газовых струй из линейных зон глубоких тектонических разломов, трассируемых газами с повышенным содержанием гелия и молекулярного водорода, пространственно ориентированных вдоль морского побережья, можно заключить, что формирование комплексных газовых систем

Таблица 2. Химический и изотопный составы газов газовых струй в зоне тектонического разлома, контролирующего грязевой вулкан Бугазский Таманской грязевулканической провинции

№ п.п.	Время отбора, часы	Химический состав, % по объему					Изотопный состав, $\delta^{13}\text{C}$, ‰ PDB	
		He	N ₂	CH ₄	ΣТ.У.	CO ₂	CH ₄	CO ₂
09.09.1995 г. (по данным В.П. Рудакова и др.)								
1	11 ⁴⁰	0.0036	2.50	59.51		37.89	-42.7	+7.0
2	11 ⁵⁰	0.0053	22.62	55.32		22.06	-40.2	-3.0
3	12 ⁰⁰	0.0041	0.00	89.52		10.77	-42.7	+0.0
4	12 ¹⁰	0.0013	3.17	87.72		9.09	-42.3	+7.0
5	12 ²⁰	0.354	57.75	9.43		32.76	He опр.	-8.0
6	12 ³⁰	0.0036	4.99	58.16		36.84	-42.7	+4.0
7	13 ³⁰	0.0045	0.00	88.25		11.74	-46.9	+2.0
8	14 ⁰⁰	0.0059	38.16	36.85		24.99	-39.5	-7.0
12.09.2002 г. (по данным Г.И. Войтова)								
9		0.002	22.64	61.30		13.39	-53.6	He опр.
10		0.002	23.40	63.10		10.37	-49.3	+2.7
11		0.002	4.36	80.08		13.65	-40.9	He опр.

происходит в породах более древнего возраста, чем породы мезо-кайнозоя (рис. 2). Бугазский грязевый вулкан с неявно выраженными на дневной поверхности грязевулканическими грифонами на схеме современной складчатости Таманского полуострова занимает место крайнего [6] в цепочке наземных грязевых вулканов Кизилташской антиклинали (грязевые вулканы Бугазский, Поливодина, Северо-Кизилташский, Вышестельбменский, Южно-Нефтяной, Камышевский и др.). В 3 км к юго-востоку от Бугазского вулкана располагается крупнейшая Новороссийская кольцевая структура диаметром до 70 км (выделена А.П. Прониным), контролирующая размещение большинства крупных сейсмических событий в пределах Северо-Западного Кавказа (в том числе и сейсмического удара 9 ноября 2002 г. ($M = 4.9$), $H = 20$ км) (рис. 3). Структура обеспечивает не только энергетику физико-химических реакций образования нефтегазовых структур, но, по-видимому, и энергетику как изотопного фракционирования углерода углеродистых газов нефтяного ряда, так и их изотопные нестабильности в цепных реакциях при массопереносе газов от областей генерации до областей их стока в тропосферу Земли.

Во второй половине XX века в пределах Северо-Западного сектора Большого Кавказа произошло несколько сейсмических событий с магнитудой $M > 4.5$. Сопоставительный анализ этих землетрясений и наблюдаемой интенсивности генерации органических газов, которая сопровождалась их химическими и изотопными нестабильностями, позволяет утверждать, что существует достаточно выраженная связь между подготовкой очагов текто-

нических землетрясений и процессами генерации структур нефтяного ряда в реакционных камерах.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Химически и изотопно газы грязевого вулкана Бугазский нестабильны во времени. Пространственная совмещенность очагов генерации углеродистых газов и гипоцентров землетрясений свидетельствует о тектонической природе указанных процессов и явлений и связи последних с мантийными глубинами, наиболее важным признаком которой является поведение изотопно-углеродных параметров, мантийная метка которых систематически представлена в карбоксильной составляющей природных газов грязевулканических систем.
2. Дополнительными аргументами, свидетельствующими о глубинной природе грифонных га-

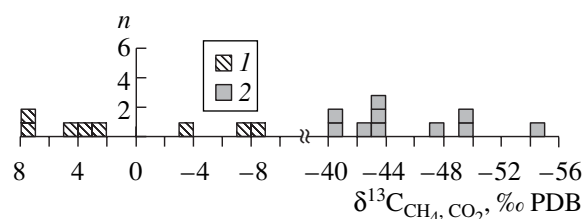


Рис. 2. Сводная гистограмма распределения величин δC газов из зоны тектонического разлома, контролирующего грязевой вулкан Бугазский: 1 – $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$; 2 – $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$.

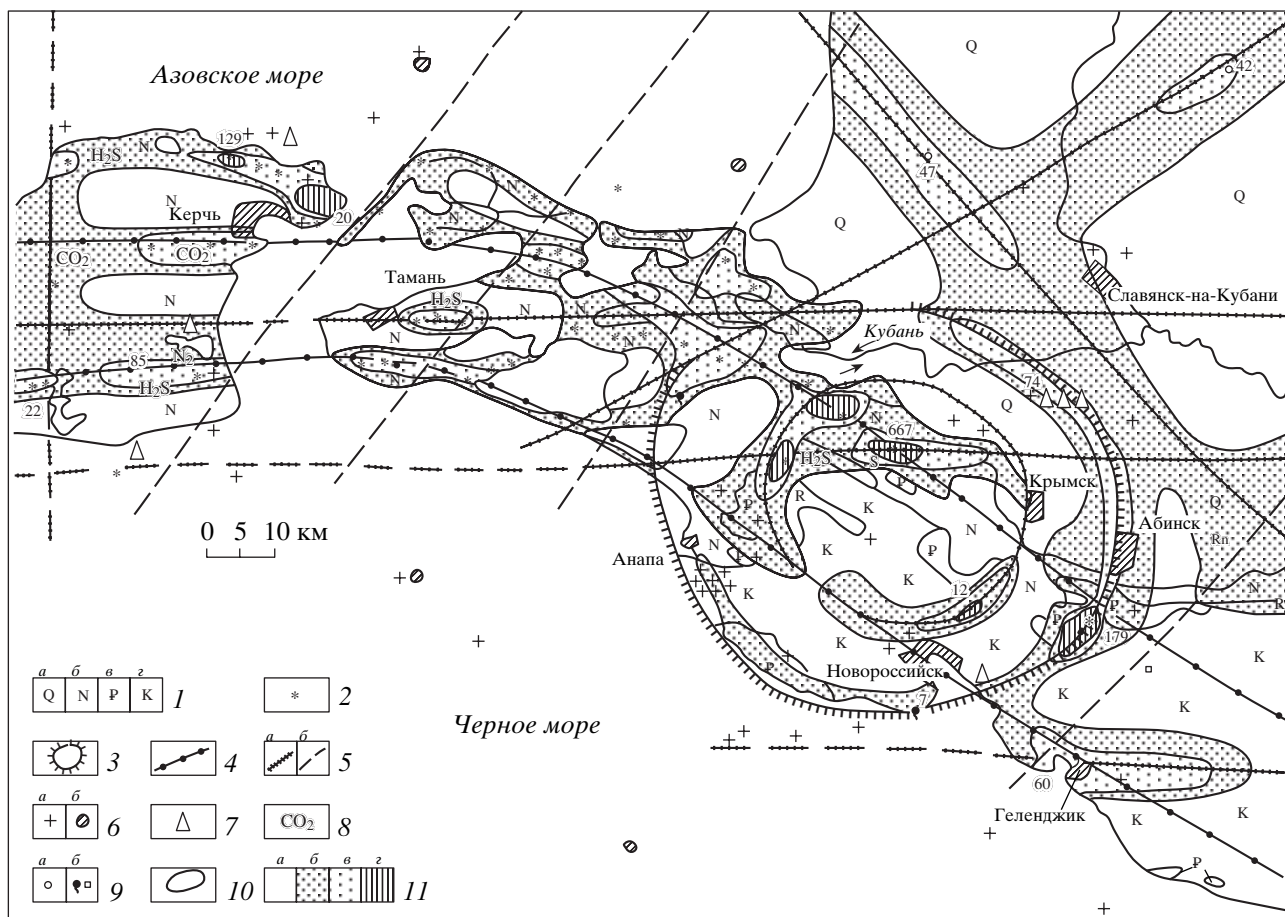


Рис. 3. Карта поля гелия и активных разломов северо-западной части Большого Кавказа. 1 – осадочные отложения: а – четвертичные, б – неогенового, в – палеогенового, г – мелового возраста; 2 – грязевые вулканы; 3 – кольцевые активные разломы Новороссийской глубинной кольцевой структуры; 4 – кайнозойские флюидоподводящие разломы мантийного заложения; 5 – активные линейные разломы: а – трансрегиональные, б – региональные; б – эпицентры землетрясений (а) и землетрясений с глубиной гипоцентра более 30 км (б); 7 – проявления углеводородов в осадочных отложениях; 8 – anomalно высокие концентрации глубинных газов в подземных водах и выбросах грязевых вулканов: CO₂ – углекислого газа, H₂S – сероводорода, CH₄ – метана и других углеводородов, Rn – радона, N₂ – азота, S – самородной серы; 9 – скважины (а) и родники, колодцы (б) с anomalно высокими содержаниями гелия в подземных водах (10⁻⁵ мл/л); 10 – изолинии концентраций гелия в подземных водах; 11 – шкала концентраций гелия (10⁻⁵ мл/л); а – менее 20; б – 21–40, в – 41–100, г – более 100.

зов грязевого вулкана Бугазский, следует считать: систематическое содержание в их составе гелия и молекулярного водорода в концентрациях, свойственных для отложений палеозоя, и anomalные значения величины $\delta^{13}\text{C}$ в CO₂, что ранее было квалифицировано как эффекты ювенильности и метаморфогенности происхождения [4] изотопно-углеродных газовых струй и их разгрузки с мантийных глубин, контролирующей грязевый вулкан Бугазский.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Программы № 13 Президиума РАН (проект 1.4), РФФИ (гранты 03–05–64020, 02–02–16100 и р. 2003 юг № 03–05–96704) и Фонда содействия отечественной науке (Russian Science Support Foundation).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдусин П.П. // Тр. ИГи АН СССР. 1939. С. 57–60.
2. Прокопов К.А. // Природ. газы. 1932. В. 4/5.
3. Шарданов А.К., Мальшик В.Т., Пекло В.П. // Тр. Краснодар. филиала ВНИИ. 1962. В. 10. С. 53–66.
4. Валяев Б.М., Гриненко Ю.И., Ерохин В.Е. и др. // Литология и полез. ископаемые. 1985. № 1. С. 72–87.
5. Craig H. // Geochim. et cosmochim. acta. 1953. V. 3. № 2/3. P. 53–92.
6. Рудаков В.П., Войтов Г.И., Коробейник Г.С., Миллер Ю.М. // ДАН. 1998. Т. 361. № 3. С. 397–401.