

© Е.Ф.Шнюков¹, Н.С.Панин², К.Дину³, Н.А.Маслаков¹, А.А.Парышев¹, 2008

¹Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

²Национальный институт морской геологии и геоэкологии, Бухарест, Румыния

³Государственный университет, Бухарест, Румыния

ГАЗОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ В РУМЫНИИ

Статья первая

Изложены данные о грязевом вулканизме Румынии. Наиболее крупные грязевые вулканы расположены преимущественно на антиклинальной структуре Берка-Арбэнаши Карпатского передового прогиба, меньшие — обнаружены в других областях Карпатского передового прогиба, в Трансильванской депрессии и на Молдавской плите. В статье, в основном по данным румынских геологов, более подробно рассмотрены крупнейшие вулканы антиклинальной структуры Берка-Арбэнаши — Пиклеле (Пыклеле) Мари и Пиклеле Мики (Мичи).

Газовый вулканизм — явление, которое в последние годы все более и более привлекает внимание геологов. Объектами изучения являются грязевые вулканы и газовые выходы — сипы. Они широко распространены во всем мире. В конце прошлого столетия выяснилось широкое развитие газового вулканизма на дне Черного моря [2]. Особый интерес в этом отношении представляет газовый вулканизм в странах, прилежащих к Черному морю — в России (Краснодарский край), Украине (Крым), Грузии.

В русскоязычной литературе остается мало освещенным газовый вулканизм Румынии. Между тем, это широко распространенное в Румынии явление изучается уже свыше 150 лет, многократно описано многими румынскими и европейскими геологами.

Раньше других были описаны крупные грязевые вулканы Пиклеле Мари и Пиклеле Мики на антиклинальной структуре Берка-Арбанэши. В частности, грязевый вулкан Пиклеле Мари изучался французским геологом Коньяном в 1867 г. В 1883 г. грязевый вулкан обследован румынским геологом Кобольческу, в 1890 г. — его коллегой Григорием Штефанеску [5].

Обобщающие материалы по вулкану Пиклеле Мари были опубликованы Мирчо Пьехой (1965).

П.Энгулеску [6] обследовал грязевые вулканы во многих районах Румынии, в частности, в междуречье Прута и Серета.

Моменты активизация вулканов рассмотрены А.Романом [5].

Грязевые вулканы и газопроявления описываются также во многих географических изданиях конца XX столетия.

В эти годы изучались многие аспекты газового и грязевого вулканизма, в частности, излияния грязей, газовые потоки, состав газов, связь активности грязевых вулканов с сейсмичностью и ряд других [3,4,7,8 и др.].

Сведения о грязевых вулканах зоны Бузэу изложены А.Дику в хорошо иллюстрированной монографии [5].

Грязевый вулканизм в Румынии отличается разнообразием форм проявления. В румынской литературе все разнообразие проявления грязевого вулканизма получило отражение в разных названиях — “кипящие грязевые котлы” (fierbatori), “бурлящие”, “грязевые кольца” (ochiuti de gloduri), грязевые вулканы (gloduri, picle) солончаки (sazaturi) или сальзы (salze). Названия эти были зафиксированы еще в 1911 г. П.Энгулеску, отмечавшим, что они используются местным населением. Фактически речь идет о разнообразных в зависимости от местности условий проявлениях типичного газового и грязевулканического процесса, которые укладываются в обобщенное геологическое понятие грязевого вулканизма как проявления диапировой тектоники.

Практически под грязевыми вулканами понимаются очаги извержения грязи, обломочного материала пород, сопровождаемые выделением газа, воды, иногда нефти.

Весь комплекс явления приводит к созданию конусов глины и глиняной брекчии, или, в случае высокой обводненности — луж, небольших озер, через которые выбрасываются газы, чаще всего углеводороды, в первую очередь метан.

Судя по литературным данным [4], в Румынии известно свыше тысячи точек выходов на поверхность нефти и природного газа. Из них 73% — нефтяные фонтаны и 27% — газовые источники. Подавляющее их большинство (98,5%) приурочено к Карпатской области и только 1,5% — к платформенным областям (рис. 1, 2). Именно в Карпатской области активной тектоники, где возникли складчатые антиклинальные структуры, развиты диапиры — глиняные и солевые пликвативные дислокации, нарушения, здесь же локализуется основная масса газовых выходов. Румынские геологи фиксируют здесь молодые положительные движения земной коры.

Наиболее значительные грязевые вулканы расположены в пределах Карпатского передового прогиба вблизи города Бузэу на антиклинальной структуре Берка-Арбэнаши, которая вытянута субмеридионально почти на 20 км и разбита серией субширотных разломов на четыре части, к каждой из которых приурочены грязевые вулканы. С юга на север это вулканы Фирбатори, Пиклеле Мари, Пиклеле Мики и Бэкиу.

С целью ознакомления с грязевыми вулканами Румынии Институт морской геологии и экологии Румынии организовал в 2008 г. поездку группы румынских и украинских геологов на наиболее крупные из них — грязевые вулканы Пиклеле Мари и Пиклеле Мики, расположенные примерно в средней части антиклинали Берка-Арбэнаши (рис. 3, 4). По материалам этой поездки и подготовлена настоящая публикация.

Вулкан Пиклеле Мари образует холм длиной 1,8 км, шириной 1,3 км, высотой над уровнем местности 80 м, над уровнем моря 310 м (см. рис. 4). Самый высокий конус грязевого вулкана достигает отметки 322 м. Рельеф холма — чрезвычайно сложный и изрезанный (рис. 5). Глубокие овраги — барранкосы прорезают холм в разных направлениях (рис. 6). Общая пло-



Рис. 1. Геотектонические единицы в Румынии: 1 — границы между литосферными плитами; 2 — главные разломы; 3 — границы между главными структурными единицами; ВЕП — восточноевропейская платформа; ВАП — Внутриальпийская плита; МП — Мизийская плита; а — Молдавский Бассейн; б — Фокшанский Бассейн; с — Гетский Бассейн [4]

щадь грязевулканических отложений 1,62 км². Площадь молодых грязевулканических отложений, резко выделяющихся своим серым цветом, — 0,22 км² [4]. Высокие, до 10 м газирующие конусы серой сопочной брекчии перекрывают старые, бурые от выветривания покровы (рис. 7). На холме при своем посещении мы зафиксировали свыше 30-ти газирующих грифонов и луж (рис. 8). Господствующее положение на холме занимают 5-6 крупных конусов, местами осложненных паразитарными грифонами (рис. 9). На остальной площади преобладают мелкие газирующие сопки или просто лужи.

Грязевый вулкан Пиклеле Мики расположен в 2 км к северу от вулкана Пиклеле Мари (см.рис.4). Он представляет собой обрамленный лесом холм длиной 1,3 км, шириной 1,0 км, высотой 60 м над уровнем местности с общей площадью грязевулканических отложений 0,62 км², в том числе свежей брекчии — 0,16 км² [8]. В пределах сопочного поля — до 10-ти грязевых грифонов, образовавших конусы разной высоты и крутизны — от 40° до почти горизонтальной (рис. 10). Высота господствующего конуса — до 15 м. Все действующие грифоны грязевых вулканов булькают непрерывно. Иногда выходы газов образуют сальзы — круглые озерца диа-



Рис. 2. Грязевые вулканы Румынии: 1 — жудецы (административная единица) с грязевыми вулканами; 2 — грязевые вулканы; 3 — сухие газовые макросипы

метром 3–10 м. Видны нефтяные пленки, сгустки темных окисленных нефтяных продуктов.

Еще в 1924 г. на грязевом вулкане румынскими властями создан природный заповедник, осмотр его оплачивается экскурсантами.

Владелец заповедника в устной беседе утверждал, что на вулкане американскими специалистами была пробурена скважина, которая прошла по сопочной брекчии до глубины 3618 м и по выходе из брекчии была остановлена.

Судя по литературным данным, систематические мониторинговые наблюдения над деятельностью грязевых вулканов Румынии не проводились. Тем не менее, отдельные эпизоды оживления деятельности вулканов отмечены. Так, В.Сенку [8] сообщает, что в Бэкиу к северу от грязевого вулкана Пиклеле Мики огромный покров грязи излился летом 1975 г., в ноябре 1976 г. произошло еще одно мощное извержение грязи мощностью потока до 1 м. Через тридцать дней новое извержение привело к выбросу 5000 т грязи. Оживление вулкана было и в 1977 г., в литературе есть и другие упоминания отдельных извержений. Ана Дику [5] отмечает связь оживления грязевулканической деятельности с сейсмическими явлениями.

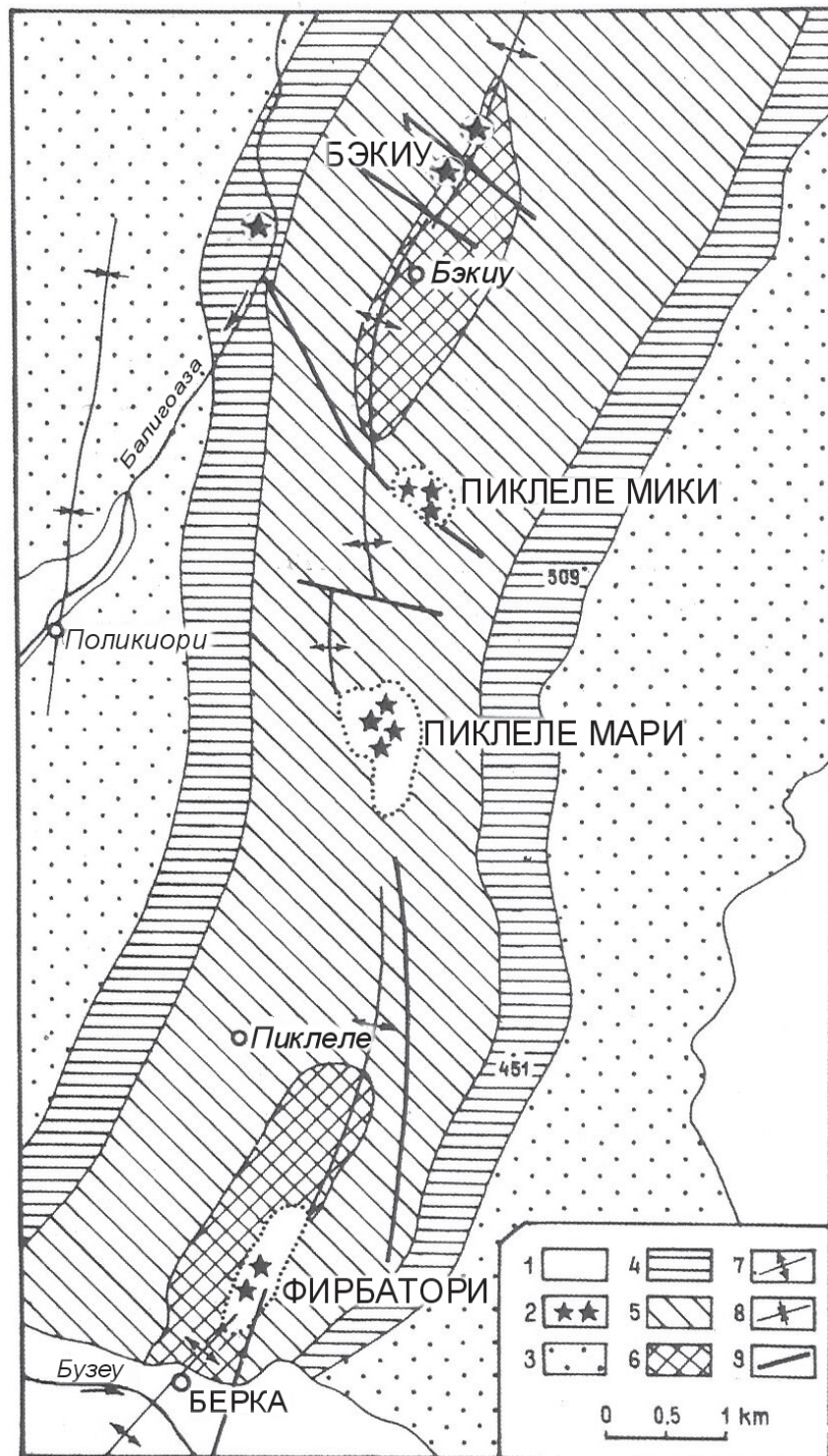


Рис. 3. Схема антиклинали Берка-Арбэнаши [5]: 1-6 — осадочные отложения (1 — аллювиальные; 2 — грязевых вулканов; 3 — левантинские; 4 — дакийские; 5 — понтийские; 6 — мэотические); 7 — оси антиклиналей; 8 — оси синклиналей; 9 — разломы

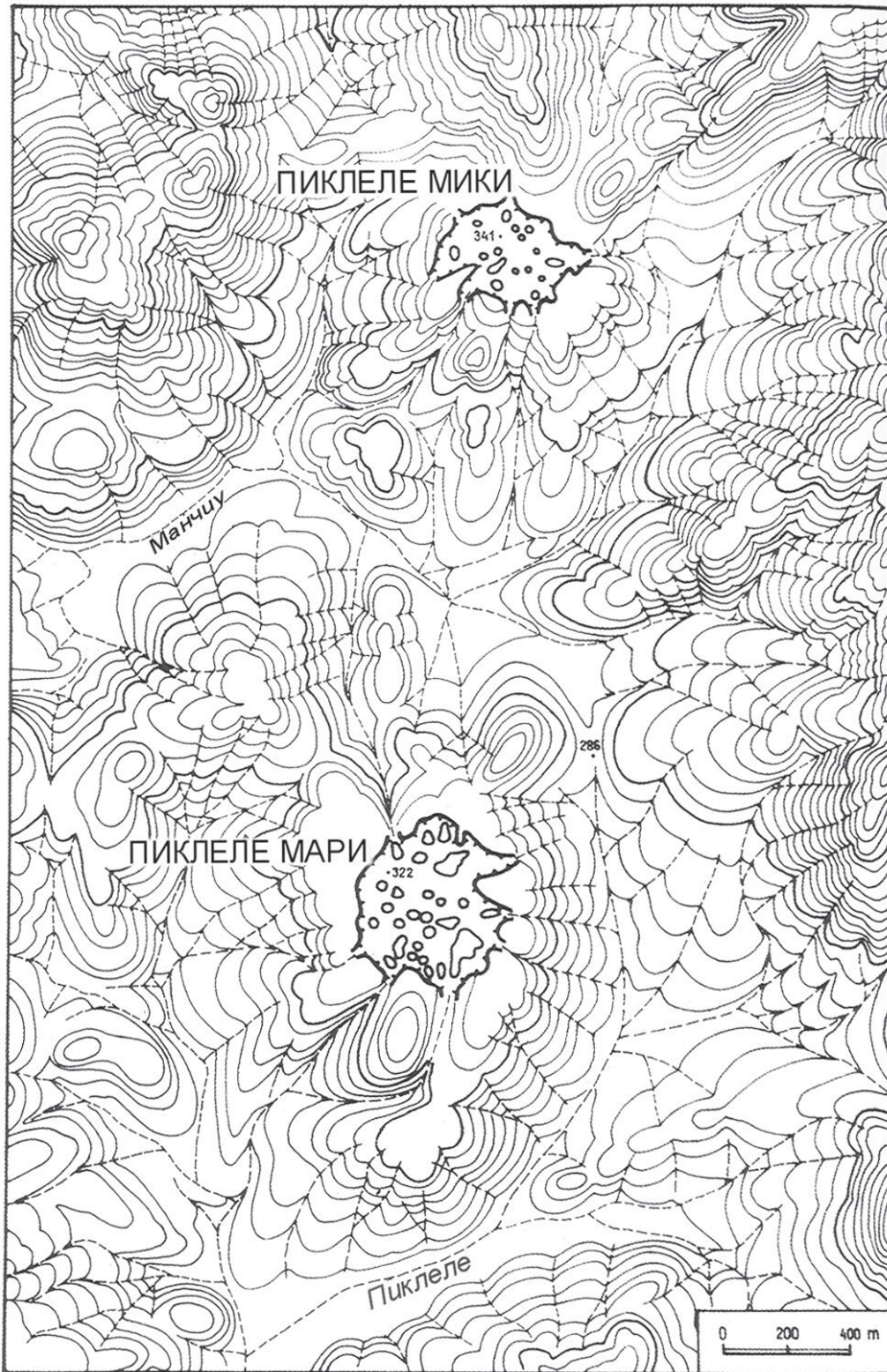


Рис. 4. Грязевые вулканы Пиклеле Мари и Пиклеле Мики [5]

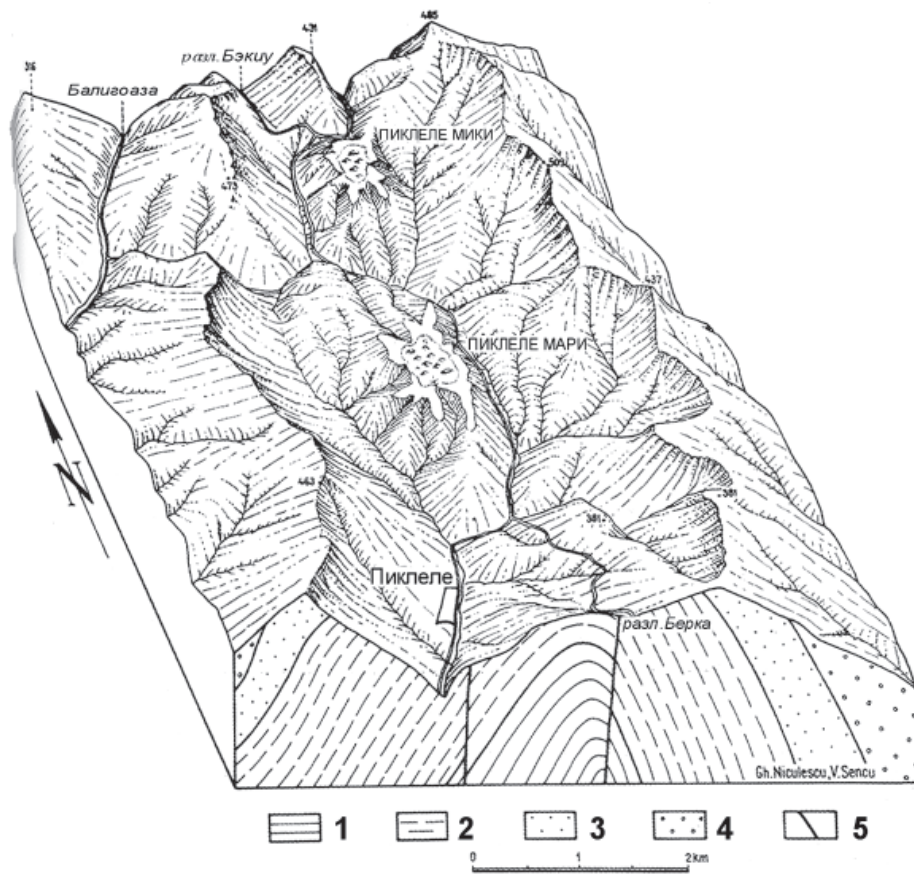


Рис. 5. Рельеф холма Мари [5]



Рис. 6. Барранкосы на грязевом вулкане Пиклеле Мари



Рис. 7. Грязевые сопки на вершине Пиклеле Мари (окончание см. на с. 98)



Рис. 7. Окончание со с. 97

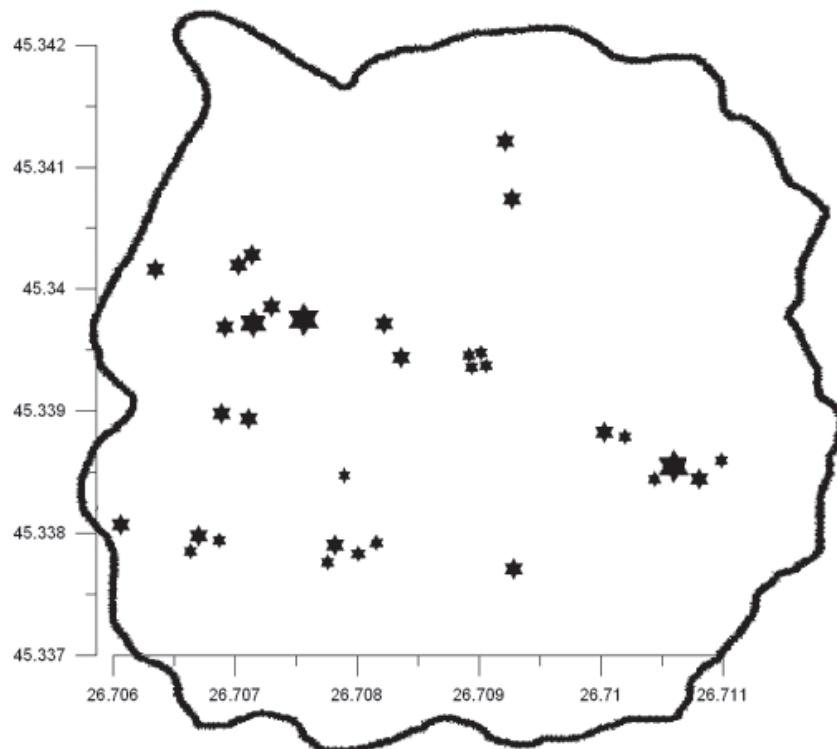


Рис.8. Схема действующих грифонов на грязевом вулкане Пиклеле Мари (на момент посещения вулкана).



Рис. 9. Грязевый вулкан, осложненный паразитарным конусом (на переднем плане)



Рис. 10. Грязевый вулкан Пиклеле Мики

Сопочная брекчия вулканов Пиклеле Мари и Пиклеле Мики весьма сходна по внешнему облику: это мелкообломочно-пелитовая масса. Обломки в своей основной массе не превышают 1-2 см. Жерловая фация грифонов сложена тонкозернистой полужидкой глиной пелитового состава. Изучение глин жерловой фации этих двух вулканов показало их полное сходство по механическому и минеральному составу.

Обломочный материал в составе сопочных отложений вулканов Пиклеле Мари и Пиклеле Мики преимущественно мелкий, но встречаются, особенно в барранкосах валуны и обломки олигоценых (или эоценовых) песчаников, сарматских известняков, миоценовых конгломератов, дакийских пород размером до 20-30 см в диаметре, блоки известняка до 1 м³. В числе окатанных обломков попадаются зеленые сланцы докембрия, но они вымыты при разрушении миоценовых конгломератов. Довольно часто попадаются небольшие обломки поперечноволокнутого кальцита, изредка — отдельные обломки сидерита.

В самой южной части антиклинали близ Берка располагается грязевый вулкан Фирбатори, представленный несколькими сальзами жидкой грязи или очень плоскими конусами. Общая площадь его — 0,09 км². Дегазация почвы очень активна [3]. Пузырящиеся сальзы или пузырящиеся лужи выявлены также на самом севере антиклинали, где они занимают очень небольшую площадь — 0,01 км².

Считается, что общая площадь грязевулканических покровов всех вулканов достигает в антиклинали Берка-Арбанэши 2,5 км² [3,4].

Особый интерес представляет грязевый вулкан Андреасу в 50 км к северу от Берка за пределами антиклинали Берка-Арбанэши. Здесь на площади примерно 400 м² имеет место достаточно мощная газоотдача, постоянно сопровождающаяся возгоранием газовых факелов.

Многочисленные мелкие грязевые вулканы и проявления газовых струй — сипов описаны П.Энгулеску [6] в междуречье Прут-Серет.

В Трансильвании наблюдаются небольшие и малоактивные грязевые вулканы, за исключением грязевого вулкана Саннасель, характеризующегося очень мощным газовым потоком, который сопровождается постоянными возгораниями [7].

Воды грязевых вулканов — соленые, иногда пресные. Все воды вулканов обогащены бромидами [3].

Состав газов грязевых вулканов и сипов Румынии достаточно хорошо изучен [4].

В составе газов преобладает метан CH₄ — 82,7-98,7%. Содержание CO₂ 0,7-2,5% незначительно по сравнению с метаном, N₂ — 0,6-15,3%.

В газах содержится гелий в основном в небольших, однако местами довольно в значительных количествах. Наибольшие содержания гелия в потоках газов из вулканов Гомород — до 1,4%. Соотношение изотопного состава гелия ³He/⁴He в пределах 2-6·10⁻⁸ свидетельствует о его коровом происхождении.

По нашим данным, состав газов грязевых вулканов не постоянный, а изменяется, часто довольно существенно, за короткое время. В этой связи характеристики газового потока говорят о его составе лишь на момент отбора проб, отражая лишь принципиальные особенности состава газовых струй [1, 7].

Необходимо иметь в виду, предупреждают румынские исследователи, что дегазация недр происходит не только в виде струй, но и диффузно вне грязевых вулканов примерно в одном километре от очага из почвы.

Среди многочисленных вулканов Румынии совершенно аномальным является грязевый вулкан Гомород в трансильванской депрессии. Он извергает преимущественно N_2 (91,5-92,6%). В газах содержится CO_2 — 5,6-6,7%, совсем немного CH_4 — 0,3-0,4% и He — 1,4% [3]. Мониторинговые наблюдения над составом газов, к сожалению, не проводились.

В целом грязевые вулканы и сипы Румынии чрезвычайно интересны в плане сопоставления с другими регионами развития грязевого вулканизма и выяснения целого ряда генетических проблем.

Основные выводы

1. Опыт изучения грязевых вулканов и газовых сипов Румынии показывает необходимость сопоставления их с другими регионами развития для всестороннего исследования этого интересного явления, в частности выяснения многих вопросов их генезиса.

2. Желательно продолжить изучение минералого-литологического состава сопочной брекчии, обломочного материала, сезонных минералов грязевых вулканов Румынии в сопоставлении с другими регионами развития.

3. По аналогии с Керченским полуостровом заслуживает внимание проведение ревизионных работ на предмет возможности возникновения близ вулканов просадочных структур типа вдавленных синклиналей.

4. Желательно провести изучение грязевых вулканов Андреасу и Саннасель для выявления и изучения продуктов пирометаморфизма.

5. Особого внимания заслуживает изучение грязевого вулкана Гомород как единственного во всех причерноморских регионах развития грязевого вулканизма источника азота.

6. Желательно наладить мониторинг хотя бы наиболее крупных румынских вулканов, особенно в связи с сейсмической активностью близлежащего эпицентра многих землетрясений — Вранча.

7. Внимания заслуживает румынский опыт создания заповедника на грязевом вулкане Пиклеле Мики, что способствует его поддержанию в экологически приемлемом состоянии.

1. *Войтов Г.И.* О химических и изотопно-углеродных нестабильностях грифонных газов грязевых вулканов (на примере Южно-Каспийской и Таманской грязевулканических провинций) // *Геохимия*. — № 4. — 2001. — С. 422—433.

2. *Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П.* Минеральные богатства Черного моря. — К., 2004. — 280 с.

3. *Baciu C. and G. Etiopie* (2005): Mud volcanoes and seismicity in Romania, in *Mud volcanoes, geodynamics and seismicity*, edited by G. Martinelu and B. Panahi, NATO series (Springer Verlag Berlin), p.77-87.

4. *Baciu C., Caracausi A., Etiope G. and Italiano F.* Mud volcanoes and methane seeps in Romania: main features and gas flux, ANNALS OF GEOPHYSICS, VOL. 50, N. 4, August 2007, p.501-512.

5. *Dicu A.* Vulcanii Noroiosi di zona Bizaului, Editura Victor B Victor, Bucuresti, 2005, 135 p.

6. *Engulescu P.* Cateva Gloduri (ochiuri) din podisul Moldovei dintre Prut si Siret. Inst.geil.Rom., II, Bucuresti, 1911, p.133-142.

7. *Etiope, G., C. Baciu, A. Caracausi, F. Italiano and C. Cosma* (2004). Gas flux to the atmosphere from mud volcanoes in Eastern Romania, Terra Nova, 16, p.179-184.

8. *Sencu V.* Vulcanii Noroiosi de la Berca, Editura Sport Turism, Bucuresti, 1985.

Викладені дані про грязьовий вулканізм Румунії. Великі грязьові вулкани розташовані переважно на антиклінальній структурі Берка-Арбенаші Карпатського передового прогину, менші — виявлені в інших областях Карпатського передового прогину, в Трансільванській депресії та на Молдавській плиті. В статті, переважно за даними румунських геологів, більш детально розглядаються найбільші вулкани антиклінальної структури Берка-Арбенаші — Піклеле Марі и Піклеле Мікі.

The data on the mud volcanoes of Romania are given. The biggest mud volcanoes are located predominately in the Berca-Arbanasi anticlinal structure of the Carpathian Foredeep, the smaller ones are revealed in other areas of the Carpathian Foredeep, in the Transylvanian Depression and on the Moldavian Platform. In the article the largest volcanoes of the Berca-Arbanasi anticlinal structure, namely Piclele Mari and Piclele Mici, are examined in detail based mainly on the data of Romanian geologists.