

**Е.Ф. Шнюков<sup>1</sup>, М.А. Деяк<sup>1</sup>, В.В. Иванченко<sup>1</sup>,  
Н.А. Маслаков<sup>1</sup>, В.В. Пермяков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

<sup>2</sup> Институт геологических наук НАН Украины, Киев

## **НАЛОЖЕННАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

---

*Приведены новые данные о необычной акцессорной минерализации сопочной брекчии грязевых вулканов Керченского полуострова. Наличие в ее составе самородных металлов, сульфидов свинца и цинка, киновари, антимонита, часто неокатанных кристаллов высокотемпературных оксидных минералов свидетельствует об их формировании флюидами, поступающими с большой глубины.*

**Ключевые слова:** *грязевые вулканы, акцессорные минералы, новообразования, глубинные флюиды.*

При изучении грязевых вулканов Керченско-Таманского региона должное внимание уделялось акцессорным минералам сопочной брекчии. В первой половине XX века было выявлено около 70 терригенных минералов (П.П. Авдусин, 1948). Это чаще всего амфиболы, пироксены, гранаты, слюды, дистен, ставролит, рутил, магнетит, ильменит и др. Список аутигенных минералов расширялся с совершенствованием приборов и методик.

В последние годы исследования вещественного состава сопочной брекчии керченских грязевых вулканов позволили обнаружить многие десятки минералов, которые трудно отнести к терригенным. Это очевидные новообразования, обычно не окатанные, имеющие соответствующий габитус.

Были обследованы керченские грязевые вулканы Джау-Тепе, Королёвский, Каялы-Сартский, Андреевский, Солдатско-Слободской, Бурашский, Малотарханский и Булганакский (рис. 1). Все они развиты в ядрах антиклинальных складок, приурочены к майкопской толще. Выбросы сопочной брекчии проистекают с разной степенью регулярности. Именно сопочная брекчия из свежих выбросов была отобрана для изучения. Она представляет собой в основном мелкие угловатые обломки глины, сцементированные также глиной.

© Е.Ф. ШНЮКОВ, М.А. ДЕЯК, В.В. ИВАНЧЕНКО,  
Н.А. МАСЛАКОВ, В.В. ПЕРМЯКОВ, 2015



**Рис. 1.** Схема опробования: *a* — грязевые вулканы; *б* — обследованные грязевые вулканы: 1 — Джау-Тепе, 2 — Королевский, 3 — Каялы-Сартский, 4 — Андреевский, 5 — Солдатско-Слободской, 6 — Бурашский, 7 — Малотарханский, 8 — Булганакский

Брекцию отбирали в объеме около 30 кг, осторожно отмучивали. Зернистый материал разделяли в магнитном поле интенсивностью 0,2 Тл; 0,5 Тл; и 1,0 Тл. Затем немагнитный продукт сепарации делили в бромформе на тяжелую и легкую фракции. Минеральный состав магнитной, электромагнитных 1 и 2, неэлектромагнитной и легкой фракций изучали отдельно.

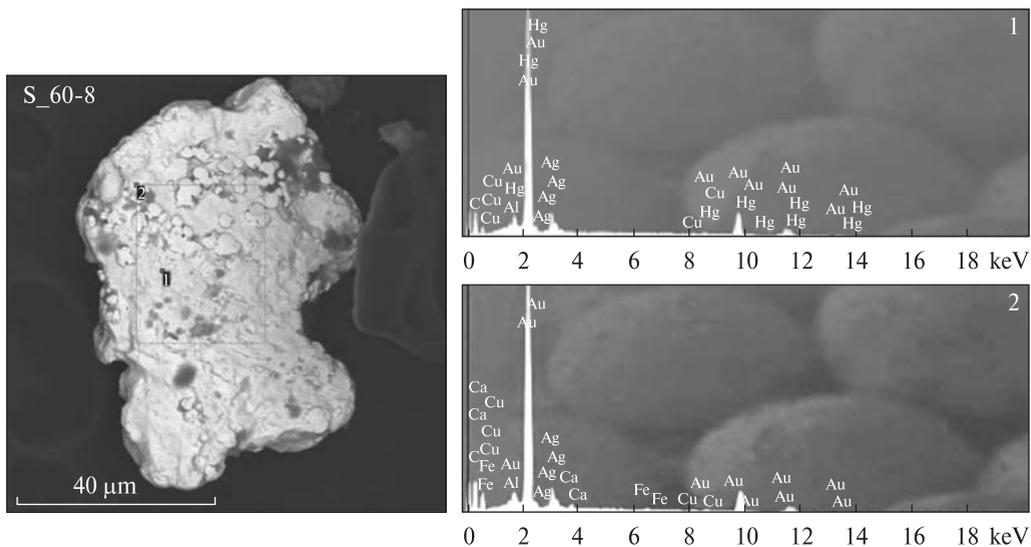
Особое внимание при исследовании уделяли тяжелым фракциям. При обработке материалов учтены результаты ранее проведенных работ (Е.Ф. Шнюков, Э.В. Сокол и др., 2013, Е.Ф. Шнюков, В.В. Иванченко и др., 2015).

Фракция просматривалась под биноклем, изучалась в Лаборатории физических методов исследований ИГН НАН Украины на сканирующем электронном микроскопе (SEM JSM-6490-LV, JEOL, Япония) с интегрированной системой электронно-зондового анализа INCA Energy, на базе энерго- и волнодисперсионных спектрометров (EDS + WDS, OXFORD, Великобритания), детектором HKL-Channal (OXFORD). Некоторые наиболее интересные и достаточно крупные частицы изучены рентгенографически.

Наряду с обычными терригенными выявлен ряд необычных минералов, несущих признаки новообразования в сопочной брекчии, иногда сросшихся с минералами сопочной брекчии — неокатанных, часто сохранивших кристаллографические формы, со своеобразным обликом агрегатов в виде проволочек, угловатых зерен и т. п.

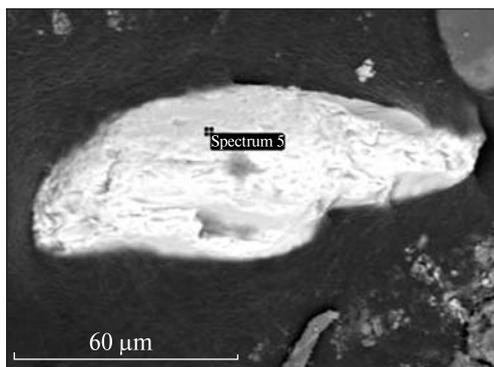
Такие своеобразные агрегаты образуют многочисленные самородные минералы, из которых изучены золото, осмистый иридий, самородное железо, самородный свинец и описанные А.Е. Лукиным (2006) в брекчии Карабетовой горы олово, сурьма, цинк.

Золото обнаружено всего в двух точках на Керченском п-ове — в Булганакском очаге на сопке Тищенко и на Королёвском вулкане. Минерал детально изучен (Е.Ф. Шнюков, Э.В. Сокол и др., 2013), установлена постоянная примесь серебра (местами до 25 %), иногда меди (1 %). Наблюдались постоянные фигуры



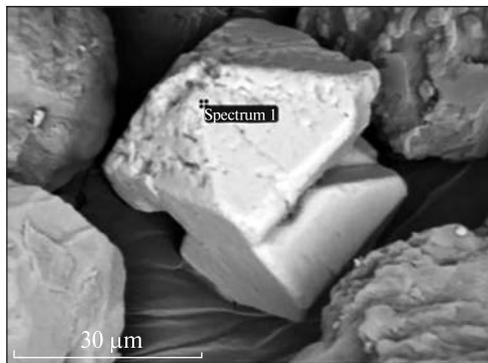
**Рис. 2.** Золото (сопка Тищенко, гр. вулк. Булганакский): 1 – Au-Ag (Ag ~10 %); 2 – Au-Ag (Ag ~11 %, Cu ~1 %)

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Si K	0.86	1.18	1.84	SiO <sub>2</sub>
P K	14.04	17.53	32.18	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Co K	0.93	0.61	1.18	CoO
Rb L	1.11	0.50	1.21	Rb <sub>2</sub> O
Gd L	1.68	0.41	1.93	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Dy L	2.94	0.70	3.37	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Os M	34.47	7.01	40.27	OsO <sub>2</sub>
Ir M	15.44	3.11	18.01	IrO <sub>2</sub>
O	28.53	68.95		
Totals	100.00			



**Рис. 3.** Иридовый осмий (сысерскит) (гр. вулк. Солдатско-Слободской, образец 14-4)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	34.29	84.58
Si K	1.17	1.64
Fe K	0.97	0.68
Os M	22.27	4.62
Ir M	41.30	8.48
Totals	100.00	



**Рис. 4.** Осмиридий (гр. вулк. Солдатско-Слободской, образец 14о-36)

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Ti K	0.61	0.94	1.02	TiO <sub>2</sub>
Dy L	2.84	1.28	3.26	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Os M	28.35	10.90	33.11	OsO <sub>2</sub>
Ir M	53.67	20.43	62.60	IrO <sub>2</sub>
O	14.53	66.45		
Totals	100.00			

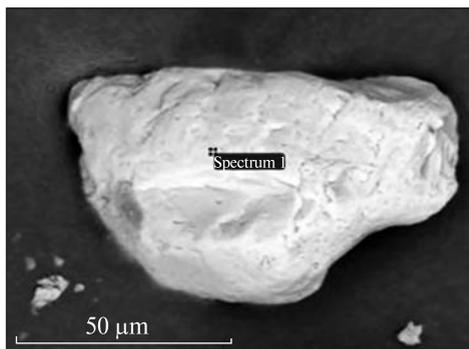
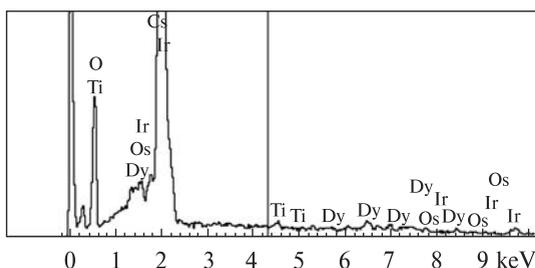


Рис. 5. Слабоокатанное зерно невьянскита (Андреевский гр. вулк.)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	50.34	91.66
Si K	0.84	0.87
Ti K	0.00	0.00
Dy L	1.60	0.29
Os M	16.56	2.54
Ir M	30.66	4.65
Totals	100.00	

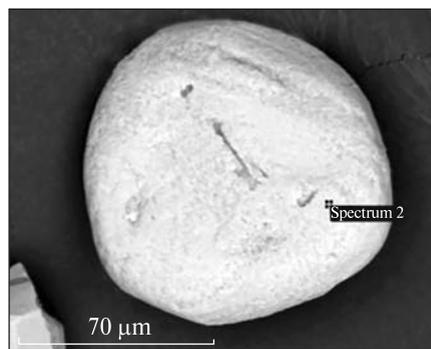
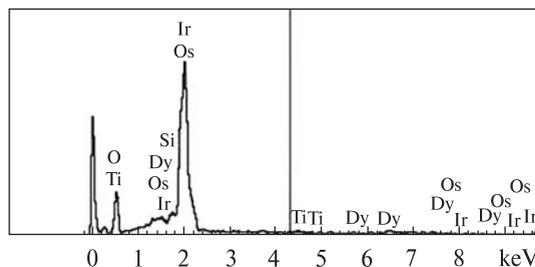


Рис. 6. Округлое зерно невьянскита (Андреевский гр. вулк.)

роста, сростки многих мелких зерен. Размеры зерен — 50—100 микронов (рис. 2). Истолковать появление золота в брекчии скорее всего можно, приняв представления В.Н. Кропоткина и Б.И. Валяева (1981) о «трубах» углеводородной мантийной дегазации, примером которых служат грязевые вулканы.

В грязевых вулканах восточной части Керченской антиклинали неогенового структурного этажа попадают платиноиды. Так, в Солдатско-Слободском вулкане встречены в четырех случаях зерна невьянскита (осмистого иридия) и сысерскита (рис. 3). Невьянскит обнаружен и в Андреевском вулкане. Здесь иридий преобладает над осмием. Необычны формы выделений: от хорошо образованных кристаллов (рис. 4) в Солдатско-Слободском вулкане до слабоокатанных зерен (рис. 5) и даже округлых индивидов, обнаруженных в Андреевском

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Al K	0.57	1.82	1.07	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	1.75	5.43	3.74	SiO <sub>2</sub>
Ca K	0.78	1.70	1.10	CaO
Fe K	0.85	1.32	1.21	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Pb M	86.22	36.23	92.88	PbO
O	9.83	53.50		
Totals	100.00			

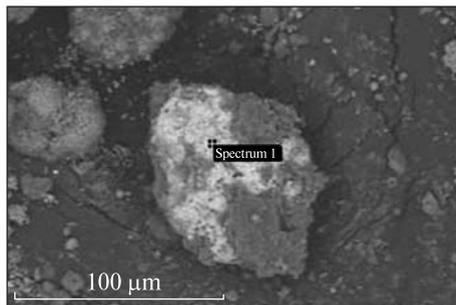


Рис. 7. Самородный свинец и продукт его окисления — массикот (гр. вулк. Джая-Тепе)

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Fe K	2.22	3.97	3.17	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Sb L	3.43	2.82	4.11	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Pb M	86.07	41.51	92.72	PbO
O	8.28	51.70		
Totals	100.00			

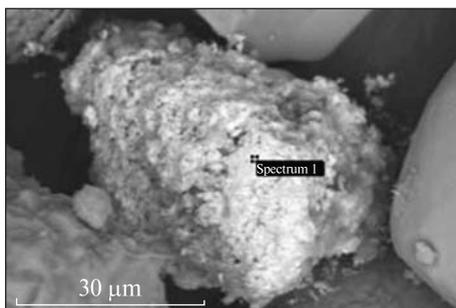


Рис. 8. Самородный свинец с примесью сурьмы (гр. вулк. Бурашский)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	12.82	64.14
Fe K	2.07	2.97
Pb M	85.11	32.89
Totals	100.00	

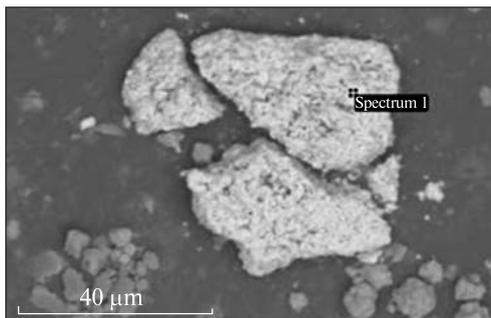


Рис. 9. Изъеденное зерно галенита (гр. вулк. Джая-Тепе)

вулкане (рис. 6). Шарик невянскита производит впечатление новообразования, а не окатанного зерна. В то же время, в целом во фракциях преобладают терригенные минералы — монацит, рутил, циркон, несущие следы окатывания.

Весьма интересны находки самородного свинца и продукта его окисления — массикотита (рис. 7). Его мелкие индивиды — не окатанные, разнообразные по габитусу — встречаются в Джая-Тепе, Бурашском вулкане и ряде других точек Керченского п-ова.

В Бураше самородный свинец содержит примесь сурьмы (3 %) (рис. 8). Изъеденный галенит с небольшим (2,07 %) содержанием Fe отмечен в брекчии Джая-Тепе (рис. 9). Там же, на Джая-Тепе, обнаружен железистый арсенат свинца.

Иногда заметны и как бы оплавленные округлые агрегаты сложного состава: Sn — 56 %; Cu — 13,5 %; O — 24 % (рис. 10). Возможно это природный сплав типа бронзы. Найденный в брекчии Джая-Тепе шарик диаметром 50 микронов состоит из Ce (55 %), La (21,5 %), Nd (9,35 %), Fe (2 %) (рис. 11).

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Si K	1.17	1.77	2.50	SiO <sub>2</sub>
S K	2.15	2.85	5.36	SO <sub>3</sub>
Fe K	1.43	1.09	2.04	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Cu K	13.42	9.00	16.80	CuO
Zn K	1.38	0.90	1.72	ZnO
Sn L	56.38	20.25	71.58	SnO <sub>2</sub>
O	24.07	64.13		
Totals	100.00			

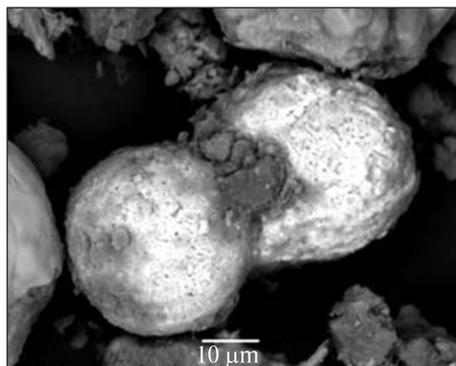


Рис. 10. Оплавленные округлые агрегаты сложного состава (гр. вулк. Джау-Тепе)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	12.33	54.42
F K	0.00	0.00
Fe K	1.90	2.40
La L	21.56	10.96
Ce L	54.87	27.65
Nd L	9.35	4.57
Totals	100.00	

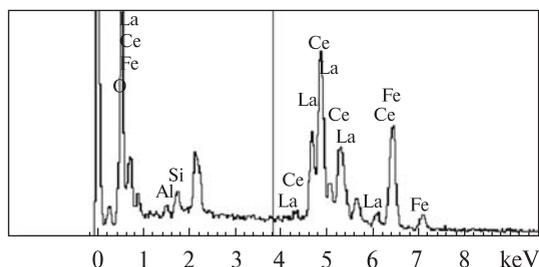
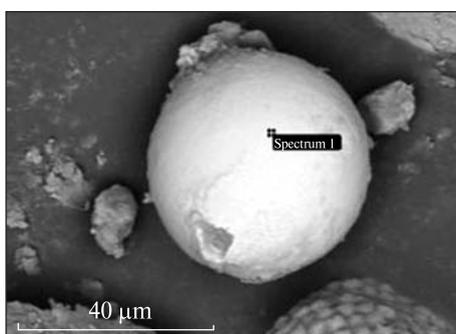


Рис. 11. Сферическое минеральное образование (гр. вулк. Джау-Тепе)

В Бурашском вулкане отмечена пустотелая сфера диаметром около 0,06 мм необычного состава — Fe (16 %), Ce (42 %), La (20 %) (рис. 12).

В грязевых сопках Керченского полуострова довольно часто попадают мелкие (до 0,1 мм) зерна муассанита — вулканы Булганак, Королёвский.

Минералы класса оксидов нередки в составе тяжелой фракции сопочной брекчии. Из оксидов только магнетит иногда кажется новообразованием (рис. 13). Его кристаллы как бы погружены в глинистый матрикс. Интересны находки именно высокотемпературных оксидов, образующихся в условиях высоких давлений, причем минералы-оксиды часто сохраняют кристаллографические формы. К ним относится, например, железистый хромит, имеющий форму октаэдра.

Минеральный состав сульфидов относительно беден. Это, кроме упомянутого галенита, пирротин, сфалерит, киноварь, реальгар, аурипигмент, антимонит, и, конечно же, очень распространенные и разнообразные пирит и марказит.

Киноварь встречается практически в каждом грязевом вулкане Керченско-Таманского региона. Этот минерал был детально изучен в XX столетии (В.И. Моро-

Element	Weight, %	Atomic, %	Compd, %	Formula
Al K	1.06	1.92	2.00	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	1.11	1.93	2.37	SiO <sub>2</sub>
Fe K	16.04	14.05	22.94	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
La L	20.29	7.15	23.80	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ce L	41.74	14.57	48.89	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
O	19.75	60.39		
Totals	100.00			

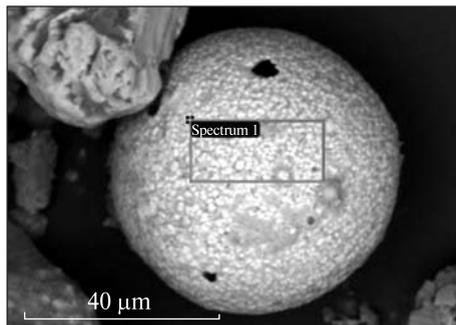


Рис. 12. Пустотелая сфера (гр. вулк. Бурашский)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	31.47	60.28
Al K	1.12	1.27
Si K	2.23	2.43
Ca K	0.70	0.54
Ti K	1.17	0.75
Fe K	63.31	34.74
Totals	100.00	

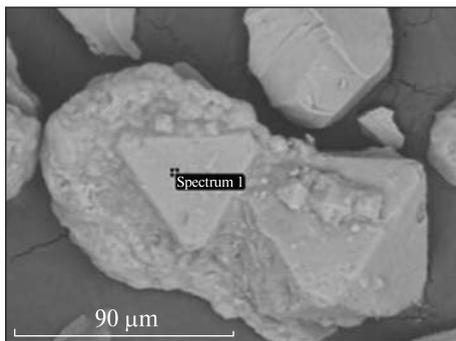


Рис. 13. Кристаллы магнетита в обломках сопочной глины (гр. вулк. Андреевский)

зов, 1965, М.А. Карасик, В.И. Морозов, 1966). Вероятнее всего, киноварь впервые найдена в грязевых вулканах северо-западного Кавказа Л.Н. Яковлевой. Эти вулканы контролируются Безепским и другими разломами (Поярков, 1967).

В Булганакском, Тарханском, Каялы-Сартском грязевых вулканах киноварь впервые установлена В.И. Морозовым (1965, 1967). Нами киноварь наблюдалась, кроме вышеотмеченных объектов, в Королёвском грязевом вулкане, где содержание ее достигало 18 знаков на 100 кг брекчии, также в Баксинском, Новоселовском, Джарджавском и Джау-Тепе, где содержание киновари местами также повышено.

Зерна киновари имеют вид обломков мелких ромбоэдрических кристаллов (0,01—0,4 мм), хорошо сформированных кристаллов или их сростков (рис. 14). Отмечен один обломок кристалла размером до 0,5 мм. Чем меньше индивид, тем лучше выражен его кристаллографический габитус. Визуальный облик киновари обычен для этого минерала. Зерна красного цвета, с неровной шероховатой поверхностью, со стеклянным или алмазным блеском, совершенной спайностью.

Индивиды киновари в некоторых вулканах, в частности, в Королёвской сопке, очень изъедены и корродированы (рис. 15). Киноварь часто содержит 1—1,5 % железа в качестве примеси.

Еще в 1971 г. И.А. Францева наблюдала в брекчии сфалерит и сделала его визуальное описание. Новые работы дали возможность обнаружить сфалерит на сопке Андрусова и на Каялы-Сарте. Исследование на микроанализаторе позволило изучить его внешний вид и химизм. Все образцы сфалерита — мелкие, хорошо сформированные кристаллы или их сростки, местами изъеденные, разме-

Element	Weight, %	Atomic, %
S K	15.18	52.11
Fe K	0.93	1.84
Hg M	83.89	46.05
Totals	100.00	

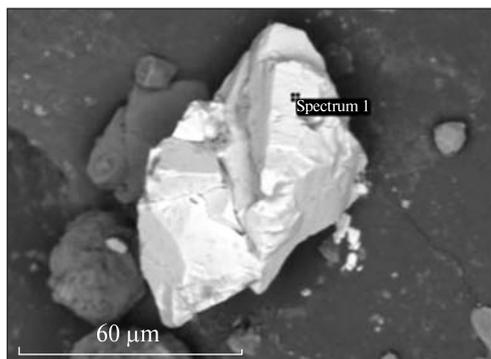


Рис. 14. Сростки мелких ромбоэдрических кристаллов киновари (гр. вулк. Джау-Тепе)

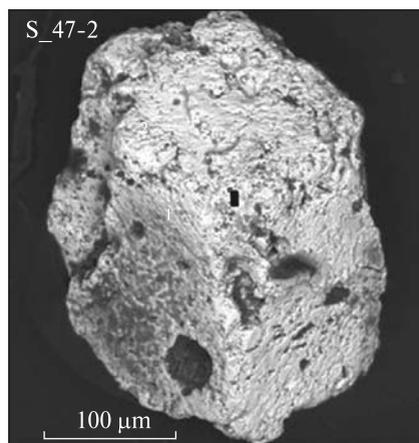
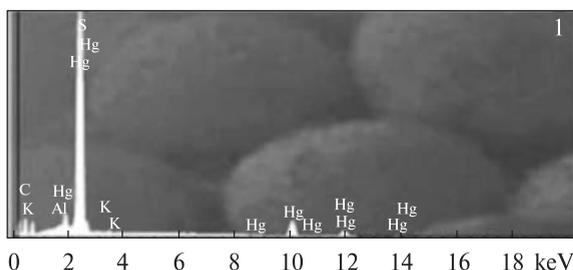


Рис. 15. Корродированные индивиды киновари (гр. вулк. Королёвский)

ром 0,1–0,2 мм (рис. 16). По химическому составу это практически чистый сульфид цинка, в одном случае с небольшой примесью железа. Один из образцов — сросток с кристаллом баритоцелестина (рис. 17).

Хрупкость агрегатов, идиоморфность кристаллов позволяют однозначно зафиксировать рост сфалерита в сопочной брекчии.

Реальгар в железных рудах вдавленных синклиналей неоднократно описан в литературе (Е.Ф. Шнюков, 1963; Е.Ф. Шнюков, П.И. Науменко, 1964 и др.). Часто местом развития реальгара вместе с железными рудами являются слои сопочной брекчии. В Репьевской вдавленности наблюдались жилки реальгара, состоящие из удлиненных кристаллов до 7 мм, иногда срастающихся между собой. Они имеют типичный для этого минерала яркооранжевый цвет. Чаше, однако, реальгар, а вместе с ним аурипигмент, образуют сажистые выделения. Минерал детально изучен (Е.Ф. Шнюков и др., 1971). В Ачинской структуре удалось наблюдать обрастание пирита реальгаром. В процессе исследований последних лет не встречен. Ранее описан на Тамани (Чирвинский, 1902; Попов, 1910), в Королёвской и Горностаевской вдавленностях, где наличие железных руд не доказано. Хрупкость реальгара исключает его сколько-нибудь заметное перемещение, что объясняет его отсутствие в искусственно выделенных фракциях сопочной брекчии.

Большой интерес представляет первая находка антимонита  $Sb_2S_3$ , встреченного в сопочной брекчии вулкана Джау-Тепе (рис. 18). Он представляет собой

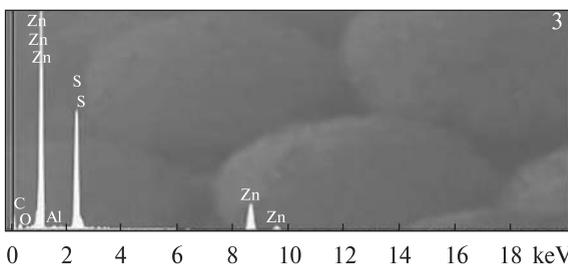
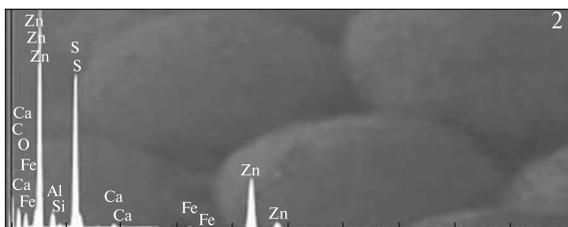
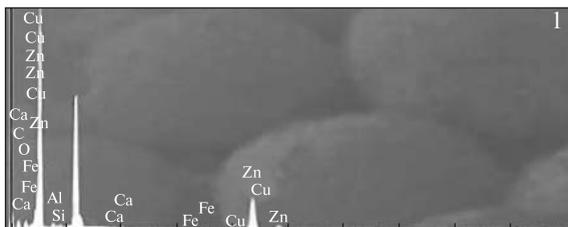
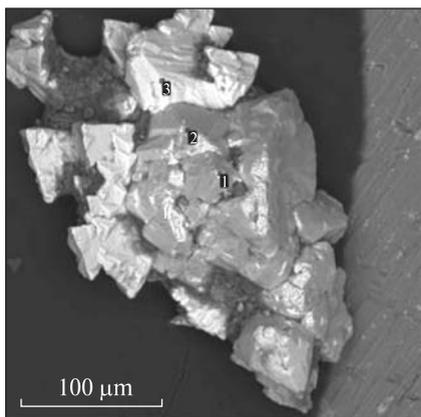


Рис. 16. Сфалерит (гр. вулк. Каялы-Сарт)

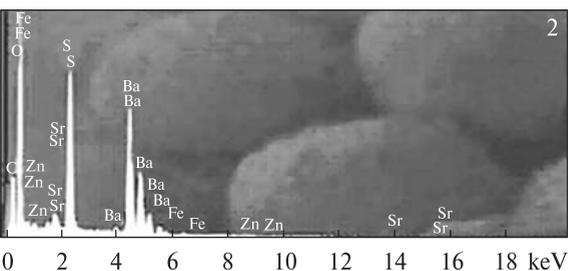
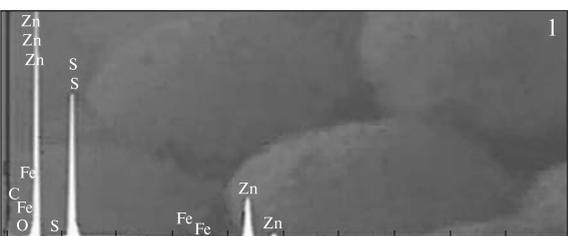
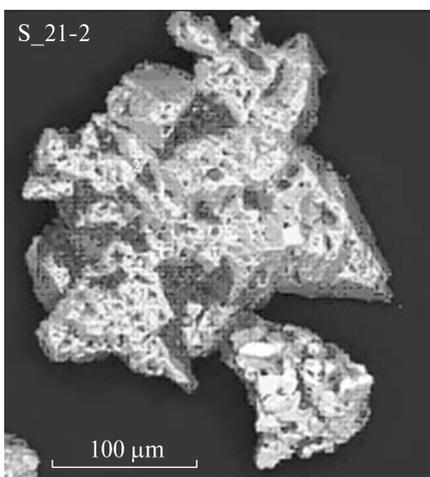


Рис. 17. Сфалерит и баритоцелестин (сопка Андрусова, гр. вулк. Булганакский): 1 — сфалерит, 2 — баритоцелестин

неокатанный обломок относительно крупного кристалла размером  $150 \times 50$  микронов. Химический состав: среднее из трех анализов Sb — 74,74 %; S — 25,26 % при эталонных Sb — 71,4 %; S — 28,6 %.

По всем минералогическим руководствам, антимонит — низкотемпературный гидротермальный минерал, часто парагенетичный с киноварью.

Карбонаты, встреченные в грязевых вулканах, многочисленны и разнообразны. Не считая частые находки крупных обломков сидеритовых конкреций,

Spectrum	In stats.	S	Sb	Total
Spectrum 1	Yes	26.65	73.35	100.00
Spectrum 2	»	23.29	76.71	100.00
Spectrum 3	»	25.84	74.16	100.00
Mean		25.26	74.74	100.00
Std. deviation		1.76	1.76	
Max		26.65	76.71	
Min		23.29	73.35	

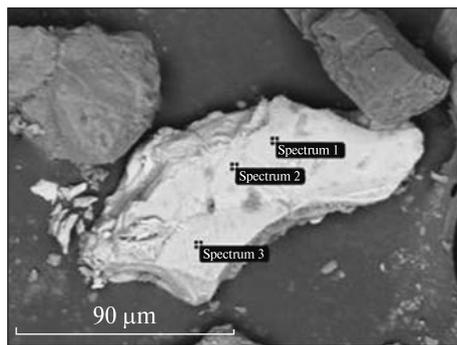


Рис. 18. Антимонит (гр. вулк. Джау-Тепе)

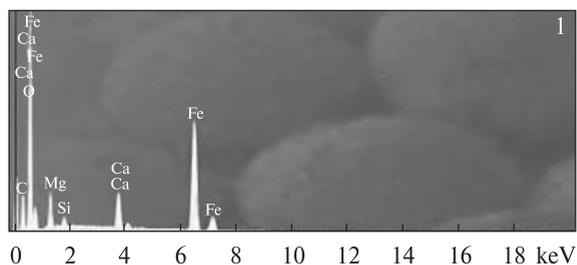
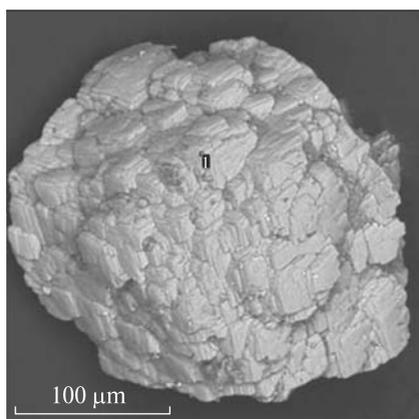


Рис. 19. Сросток кристаллов сидерита в глинистом матриксе (сопка Трубецкого, гр. вулк. Мало-тарханский)

кальцитов и известняков, мелких обломков этих же карбонатов, повсеместно попадаются многочисленные выделения карбонатов с явными признаками роста в сопочной брекчии.

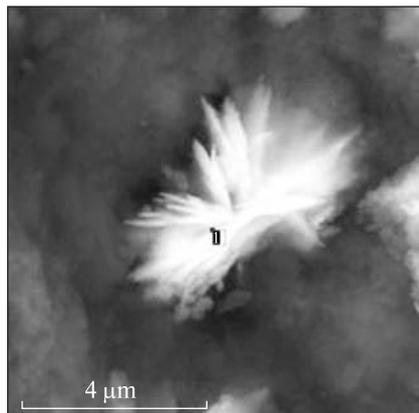
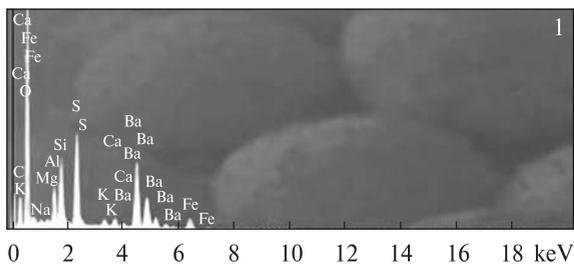
На мелких обломках сидерита иногда наблюдаются бугорки роста. Отмечены (сопка Трубецкого) друзы кристаллов сидерита в глинистом матриксе (рис. 19), кристаллы железистого доломита, анкерита.

Многочисленны псевдоморфозы кальцита по биологическим объектам, по амфиболу, пироксену, эпидоту и др. В Каялы-Сарте встречены биоморфозы сидерита по органическим остаткам, скорее всего, веточек растений.

Карбонаты носят чаще всего признаки аутигенных минералов.

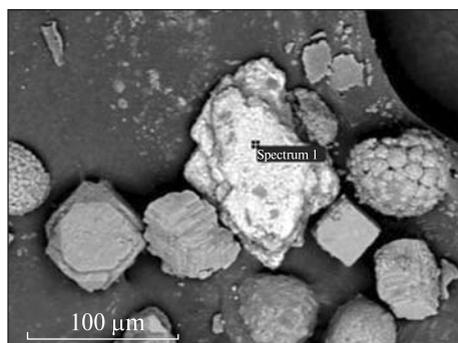
Сульфаты — минералы окислительной зоны грязевых вулканов. Самый распространенный из них — гипс, который буквально засоряет сопочную брекчию многих вулканов, особенно давно изверженную на земную поверхность. Он выявлен практически во всех грязевых вулканах Керченского и Таманского п-овов.

Несравненно больший интерес представляют сульфаты бария, которые тоже достаточно распространены. Еще А.Г. Бетехтин (1956) отмечал, что барит — химически стойкий минерал, но, как все минералы с хорошей спайностью, легко поддается механическому разрушению и потому редко переносится далеко. Это существенная подсказка в пользу аутигенного образования барита в условиях грязевулканического процесса, при котором сформировался своеобразный «баритовый цветок» — мелкая друза кристаллов (сопка Трубецкого, Булганак).



**Рис. 20.** «Баритовый цветок» — мелкая друза кристаллов (сопка Трубецкого, гр. вулк. Малотарханский)

Element	Weight, %	Atomic, %
O K	17.81	48.83
Al K	5.47	8.89
Si K	4.61	7.20
S K	11.51	15.74
Fe K	1.49	1.17
Ba L	50.35	16.08
W M	8.77	2.09
Totals	100.00	



**Рис. 21.** Барит с примесью ферберита (гр. вулк. Джау-Тепе)

Такая друза могла образоваться только в условиях каверны в брекчии, потому что развиваться и уцелеть хрупкие кристаллы в глинистой брекчии не смогли бы (рис. 20). Однако в большинстве случаев барит образует однородные агрегаты, обычно остроугольные. Надо полагать, это обломки кристаллов, как, например, в брекчии Каялы-Сарта.

Многочисленные угловатые обломки кристаллов барита наблюдались на Бурашском вулкане, иногда в них можно проследить спайность, по которой кристаллы деформируются.

В то же время, предполагая аутигенное образование барита, нельзя умолчать об одной находке хорошо окатанного зерна барита на сопке Шилова (Малый Тархан), производящего впечатление переносимого водным потоком.

Барит обнаружен и в сопочной брекчии Джау-Тепе. Зерно сложного строения, видны реликтовые кристаллографические формы. Интерес представляет наличие в барите вольфрама (8,77 %) и железа (1,17 %), что позволяет предполагать присутствие примеси ферберита и рассматривать барит этого вулкана как, скорее всего, жильный минерал (рис. 21).

По составу барит довольно стерилен. В то же время в сопке Трубецкого были выявлены угловатые зерна баритоцелестина в сростках с баритом (рис. 22). Иногда они образуют зональные агрегаты. В брекчии сопки Трубецкого встречаются угловатые агрегаты баритоцелестина, содержащие кварц. Возможно, это об-

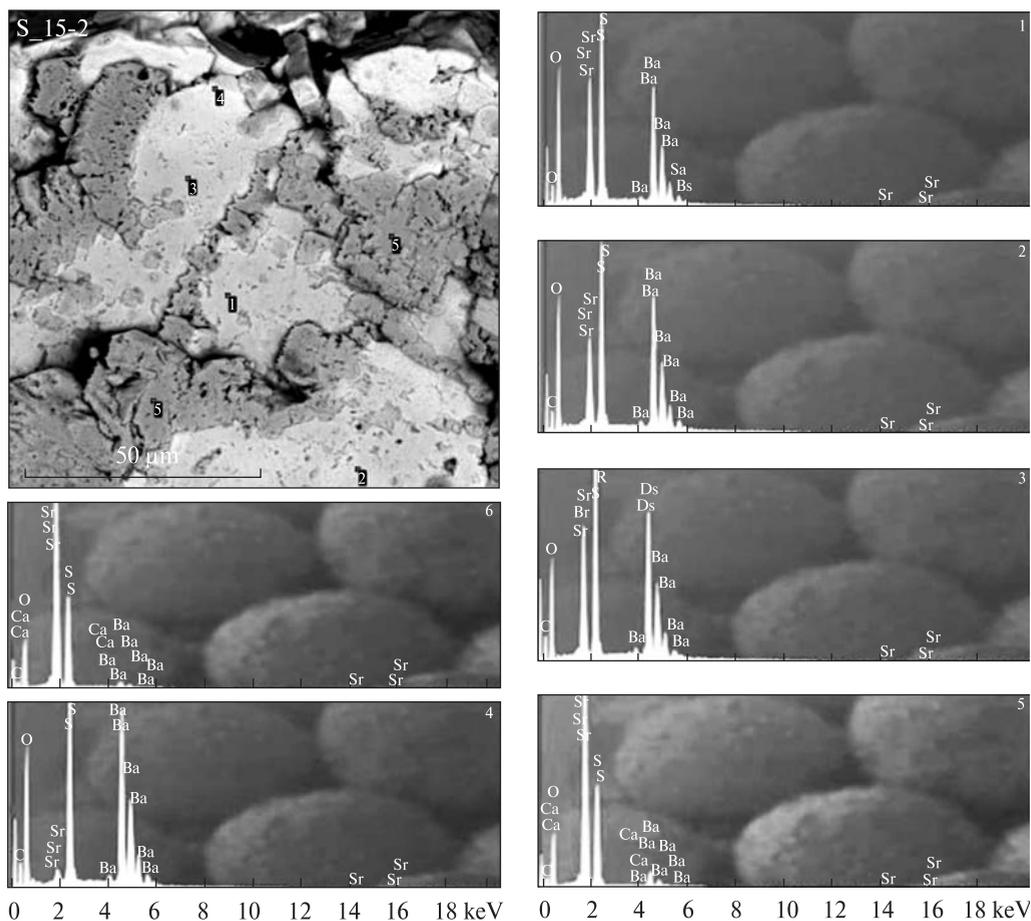


Рис. 22. Баритоцелестин в сростках с баритом (сопка Трубецкого, гр. вулк. Малотарханский): 1–3, 5, 6 – баритоцелестин, 4 – барит

ломки кварцево-баритоцелестиновых жил. Нередки разнообразные формы кремнезема, глауконит, другие низкотемпературные минералы.

Как видим, наложенная минерализация в грязевых вулканах Керченско-Таманского региона обильна и многообразна. Фиксируются самородное золото, интерметаллические соединения платиноидов, самородный свинец и продукт его окисления — масскотит, ряд редкоземельных минералов, сульфиды — пирит, пирротин, галенит; оксиды — магнетит, гидроксиды железа; ассоциация низкотемпературных сульфидов — киноварь, реальгар, аурипигмент, антимонит, сфалерит.

В составе выявленных аксессуарных минералов наибольший интерес представляют самородные минералы, сульфиды, ряд высокотемпературных и закисных оксидов, карбиды. Всех этих минералов практически нет в составе терригенного комплекса майкопа, хотя развитие большинства грязевых вулканов Керченско-Таманского региона происходит на трех-пятикилометровой толще майкопа, покоящейся на породах мезозоя и палеозойско-докембрийском фундаменте общей мощностью до границы Мохо примерно 43–45 км. Регион разбит рядом крупных нарушений, дробящих его на отдельные геологические блоки, как бы связанные майкопским покровом. Он отличается от Западночерномор-

ской впадины, где развит майкоп, но до поверхности Мохо всего 18—19 км, и от северо-западного Кавказа в районе Прикубанья, где грязевые вулканы развиты на меловых отложениях. Эти различия находят свое отражение в минералогии грязевых вулканов.

В «меловых» вулканах Кавказа, развитых на нижнемеловых отложениях, не встречены золото, платиноиды, низкотемпературные сульфиды — реальгар, аурипигмент, редка киноварь.

Для Западночерноморской впадины характерны наличие захваченных мелких обломков пород, медь и медная минерализация, сфалерит и вюртцит, карбид железа (когенит). Отсутствуют платиноиды, низкотемпературные сульфиды. Интересно, что в вулканах Западночерноморской впадины киноварь, минералы мышьяка и сурьмы не встречены, хотя водная среда вокруг вулканов характеризуется повышенным содержанием ртути.

Очевидно, мощная глинистая толща майкопа Керченского региона благоприятна для осаждения из остывающих флюидных потоков самородных минералов золота, платиноидов, свинца, цинка, низкотемпературных сульфидов.

Состав новообразований сопочной брекчии Керченского полуострова в виде самородных минералов, киновари, антимонита А.Е. Лукин (2006, 2014) связывает с действием на осадочную толщу мощных глубинных флюидов углеводородного состава. Учитывая, что грязевые вулканы рассматриваются как своего рода столбы дегазации, с этими представлениями можно вполне согласиться.

Присутствие минералов платиновой группы, преимущественно встречающихся в типичных магматических месторождениях и генетически связанных с ультраосновными породами, еще раз может свидетельствовать о глубоком заложении корней грязевых вулканов. При этом они парагенетически очень тесно ассоциируют с хромшпинелидами, экземпляры которых с хорошо сохранившимися гранями также выявлены в тяжелой фракции сопочной брекчии. Это дает основание полагать возможное наличие на значительной глубине ультрабазитовых магматических пород.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авдусин П.П.* Грязевые вулканы Крымско-Кавказской геологической провинции. — М. : Изд-во АН СССР, 1948. — 192 с.
2. *Белосов В.В., Яроцкий Л.А.* Грязевые сопки Керченско-Таманской области // Пробл. советской геологии. — М. : ОНТИ НКГП СССР, 1956. — 45 с.
3. *Бетехтин А.Г.* Минералогия. — М. : Гос. изд-во геол. лит., 1950. — 956 с.
4. *Калюжный В.А., Теленко Л.Ф., Щирица А.С.* Состав и Р/Т-параметры глубинных флюидов по данным изучения включений в кальцитах из выбросов грязевых вулканов // Минер. сб. — 1984. — Вып. 2. — С. 32—38.
5. *Карасик М.А., Морозов В.И.* Особенности распространения ртути в продуктах грязевого вулканизма Керченско-Таманской провинции // Геохимия. — 1966. — № 6. — С. 668—678.
6. *Кропоткин В.Н., Валяев Б.И.* Геодинамика грязевулканической деятельности (в связи с нефтегазоносностью) // Геологические и геохимические основы поисков нефти и газа. — К. : Наук. думка, 1981. — С. 148—178.
7. *Лукин А.Е.* Самородные металлы и карбиды — показатели состава глубинных геосфер // Геол. журн. — 2006. — № 4. — С. 17—46.
8. *Лукин А.Е.* Самородно-металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов — трассеры сверхглубинных флюидов // Геофиз. журн. — 2009. — 31, № 2. — С. 61—92.

9. Лукин А.Е. Флюидный литогенез — важнейшие направления литологических исследований в XXI столетии // Геол. журн. — 2014. — № 4. — С. 27—46.
10. Морозов В.И. Ртуть в кайнозойских отложениях Керченского полуострова // Докл. АН СССР, 1965. — 163, № 1. — С. 209—211.
11. Наумко И.М., Калужный В.А., Теленко Л.Ф., Сворень Й.М., Сахно Б.Э. Об условиях образования кальцита и гипса из выбросов грязевых вулканов Керченского п-ова (по флюидным включениям) // Материалы XIII междунар. конф. по термобарогеохимии и IV симпозиума ARIFIS. Т. 2. — М.: РМО, 2008. — С. 221—224.
12. Попов С.П. Минералы рудных пластов Керченского и Таманского полуостровов // Тр. геол. музея им. Петра Великого Императ. АН, 1910. — 4, Вып. 7. — С. 99—198.
13. Поярко В.Э. О поисках, разведке и оценке ртутных месторождений. — Алма-Ата, 1967. — 80 с.
14. Чирвинский П.Н. Краткий обзор грязевых вулканов Керченского полуострова // Зап. Киев. о-ва естествоиспытателей, 1908. — 20, Вып. 3. — С. 791—797.
15. Шишкунов М.Г., Труфанов В.Н. О находке киновари в неогеновых отложениях Тамани // Сов. геология. — 1974. — № 6. — С. 141—143.
16. Шнюков Е.Ф. Реальгар из керченских железных руд. // ДАН СССР. — 1963. — 150, Вып. 6. — С. 1347—1348.
17. Шнюков Е.Ф., Науменко П.И. Киммерийские железные руды вдавненных синклиналей Керченского полуострова. — Симферополь: Крымиздат, 1964. — 126 с.
18. Шнюков Е.Ф., Науменко П.И., Лебедев Ю.С. и др. Грязевой вулканизм и рудообразование. — К.: Наук. думка, 1971. — 332 с.
19. Шнюков Е.Ф., Иванченко В.В. Самородные минералы в сопочной брекчии грязевых вулканов Азово-Черноморской провинции, развитых на нижнемеловых отложениях // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2015. — № 2. — С. 81—91.
20. Шнюков Е.Ф., Сокол Э.В., Нигматулина Е.Н., Иванченко В.В., Юшин А.А. Золото в грязевых вулканах Керченского полуострова как показатель глубинности грязевулканических флюидов // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2013. — № 4. — С. 79—89.

Статья поступила 09.11.2015

Е.Ф. Шнюков, М.О. Деяк, В.В. Иванченко,  
М.О. Маслаков, В.В. Пермяков

#### НАКЛАДЕНА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ГРЯЗЬОВИХ ВУЛКАНІВ КЕРЧЕНСЬКОГО ПІВОСТРОВА

Наведено нові дані про незвичайну акцесорну мінералізацію сопкових брекчій грязьових вулканів Керченського півострова. Наявність у складі брекчії самородних металів, сульфідів свинцю і цинку, киноварі, антимоніту, нерідко неокатаних кристалів високотемпературних оксидних мінералів свідчить про їх формування флюїдами, що надходять з великої глибини.

**Ключові слова:** грязьові вулкани, акцесорні мінерали, новоутворення, глибинні флюїди.

Ye.F. Shnyukov, M.A. Deyak, V.V. Ivanchenko,  
N.A. Maslakov, V.V. Pertyakov

#### SUPERIMPOSED MINERALIZATION OF MUD VOLCANOES OF THE KERCH PENINSULA

The article presents new data on unusual accessory mineralization in mud volcanoes breccia on the Kerch peninsula. The presence of native metals, lead and zinc sulfides, cinnabar, stibnite, often sharp-edged crystals of high-temperature oxide minerals in breccia's composition indicates their formation by fluids coming from great depths.

**Key words:** mud volcanoes, accessory minerals, mineral growths, deep fluids.