

ИЗУЧЕНИЕ АКЦЕССОРНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СОПОЧНОЙ БРЕКЧИИ  
ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ  
ПОЗНАНИЯ ИХ ГЕНЕЗИСА

Е.Ф.Шнюков<sup>1</sup>, Ад.А.Алиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины  
01601, г.Киев, ул. Олеса Гончара, 55б

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана  
AZ1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: [ad\\_aliyev@mail.ru](mailto:ad_aliyev@mail.ru)

THE INVESTIGATION OF ACCESSORY MINERALIZATION OF BRECCIA IN MUD VOLCANOES  
IN AZERBAIJAN AS ONE OF THE WAYS FOR STUDYING THEIR GENESIS

E.F.Shnyukov<sup>1</sup>, Ad.A.Aliyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Marine Geology and Sedimentary Ore Formation of National Academy of Sciences of Ukraine  
55b, Oles Gonchar str., Kyiv, 01601

<sup>2</sup>Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences  
H.Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: [ad\\_aliyev@mail.ru](mailto:ad_aliyev@mail.ru)

**Keywords:** mud volcanism,  
mud volcanic breccia,  
accessory minerals, native  
elements, deep fluids

**Summary.** The paper discusses the unusual mineralogical composition of the accessory minerals of volcanic breccia of mud volcanoes in Azerbaijan, in particular the presence of self-originated minerals (gold, gold copper, iron, nickel, chromium, silver, and tin), many unusual sulphides, oxides and others. Additionally, unusual forms of the many minerals' isolation, including self-originated iron, wüstite, hematite and balloons forming hollow small forms (tiny millimeter-sized particles) in breccia composition, balloons and concretions of some other elements – copper, lead, zinc; separate small druses of hematite, melted fragments of mud volcanic breccia, natural lime and others were noted. All these factors were considered as effective indicator of deep fluids on the volcanic breccia. Accessory mineralization revealed in breccia of mud volcanoes in Azerbaijan probably is a confirmation of thoughts and ideas about existence of deep plumbs. Availability of mantle fluids and inclusions in breccias of the studied mud volcanoes can be explained by their diffusion through the atmosphere and thinned thickness of consolidated crust as well as to volcanoes channels interlinked with the deep faults.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Издание классической капитальной монографии – атласа грязевых вулканов мира (Алиев и др., 2015) явилось итогом определенного этапа геологических исследований этого сложного и весьма важного явления природы. Тем не менее некоторые задачи дальнейшего изучения грязевого вулканизма, особенно его вещественного состава, глубинные причины заложения грязевых вулканов, роль глубинных факторов в их формировании остаются пока неясными.

Одним из недостаточно изученных направлений исследований грязевых вулканов является их минералогия, может быть, в первую очередь акцессорная минералогия сопочной брекчии вулканов.

В свое время П.П.Авдусин (1948, с.54) отмечал: «...Ограниченные масштабы применения минералогических методов исследования при изучении столь разнообразных и оригинальных геологических объектов, какими являются грязевые вулканы, следует объяснять не недостатком внимания к минералогическому составу продуктов извержения, а отсутствием рациональных способов исследования глинистых пород, которые в основном и принимают участие в строении сопочной брекчии».

Широкое внедрение электронной микроскопии и микрозондового анализа в геологическую практику снимает многие трудности и ограничения, позволяя изучать не только глинистую со-

ставляющую брекчии, но и в первую очередь присутствующую в ней акцессорную минерализацию.

Акцессорная минерализация сопочной брекчии грязевых вулканов изучается уже много лет. В справочных изданиях акцессорные минералы (от лат. *accessorius*) истолковываются как минералы, содержащиеся в породе в незначительных количествах (в общем – менее 1% или в других руководствах – 1-2%). По происхождению выделяются аллотигенные и аутигенные акцессорные минералы. Изучение аллотигенных минералов позволяет судить об источниках их проявления, о стратиграфической корреляции толщ.

Аутигенные акцессории важны для понимания условий накопления осадка, его литификации. Грязевые вулканы Азербайджана изучаются уже многие годы. Еще П.П.Авдусин (1939, 1948), обобщая все материалы предыдущих исследований, выделил в твердой фазе сопочной брекчии более 100 минералов (табл.1). Они подразделяются на три группы – минералы реликтовые из осадочных пород; минералы, возникшие в грязевых вулканах; минералы, образованные в результате термального метаморфизма брекчии (за счет взрывных явлений).

Многолетние исследования грязевых вулканов Азербайджана позволили дополнить состав вулка-

нической брекчии новыми минералами, особенно сульфатами (барит, алуниит, мирабилит, тенардит и др.), глинистыми (каолинит, хлорит, смектит, гидрослюда), высокотемпературными (санидин, адюляр из группы полевых шпатов, микролиты кварца и др.), что нашло свое отражение в ряде научных публикаций и атласе грязевых вулканов мира (Алиев и др., 2015).

Минералогические исследования авторов, основанные на широком применении электронной микроскопии и микрозондового анализа, охватили 19 наиболее типичных грязевых вулканов, расположенных в различных тектонических зонах Азербайджана (рис. 1), и позволили обнаружить многие десятки новых, ранее неизвестных минералов, которые относятся к самородным, сульфидам, оксидам, карбидам, нитридам, силикатам и другим классам.

Удивляет не только минералогическое разнообразие, но и характер форм выделения многих из них. Они имеют облик неокатанных ветвистых ксеноморфных индивидов, проволок, кристаллов и кристаллических образований, сложных выделений, прорастающих в сопочную брекчию, в ряде случаев округлых, иногда полых внутри сферул.

Таблица 1

Минералы, обнаруженные в продуктах извержения по П.П.Авдусину (1939)

А Минералы реликтовые из осадочных толщ (подстилающие)	Б Минералы грязевых вулканов	В
Кварц Полевые шпаты Анальцит Бейделит и др. Глинистые минералы Опал Халцедон Вулканическое стекло Углистые образования Гранат Рутил Бурая шпинель Циркон Анатаз Брукит Апатит Коллофан Делит Бесцв. слюды Биотит Зеленые слюды	Карбонаты кальция $\text{CaCO}_3$ Доломит $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ Сидерит $\text{FeCO}_3$ Сера S Пирит $\text{FeS}_2$ Марказит $\text{FeS}_2$ Гидротроилит $\text{FeS} \times \text{H}_2\text{O}$ Гипс $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ Ангидрит $\text{CaSO}_4$ Целестин $\text{SrSO}_4$ Ярозит $(\text{K}, \text{Na})_2\text{Fe}_6(\text{OH})_{12}(\text{SO}_4)_4$ Селитра $\text{NaNO}_3$ Галит $\text{NaCl}$ Халькопирит $\text{CuFeS}_2$ Атакалит $\text{CuCl}_2 \times 3\text{Cu}(\text{OH})_3$ Арагонит $\text{CaCO}_3$ Антракосилит Термонарит $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ Эпсомит $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ Улексит $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \times 8\text{H}_2\text{O}$ Бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$	Алиты $3\text{CaO} \times \text{SiO}_2 + \text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ Белиты $2\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ Известково-натровые полевые шпаты Железо $\alpha\text{Fe}$ Аморфный кремнезем Окись кальция Стекло бурое и зеленое



Рис. 1. Карта опробования грязевых вулканов Азербайджана

1 – Демирчи, 2 – Кичик Мараза, 3 – Пирекяшколь, 4 – Девебойну, 5 – Боздаг-Гюздек, 6 – Нардаранахтарма, 7 – Чеилдаг, 8 – Агдамская группа, 9 – Шекихан, 10 – Дашмардан, 11 – Ахтармаарды, 12 – Бёюк Харамы, 13 – Пильпиля-Гарадаг, 14 – Айрантекен, 15 – Дашгил, 16 – Бахар, 17 – Дуровдаг, 18 – Дуздаг, 19 – Нефтчала Пильпиляси.

А.Е.Лукин (2013) особое внимание уделяет сферическим формам минералов, которые по его обобщенным данным образуются при осаждении космической пыли, импактных явлениях, генезисе рудных месторождений, в процессе эксплозивного вулканизма и т.д. Сферулы многих металлов он рассматривает как индикаторы глубинных флюидов, связанных с эволюцией плюмов.

Сферулы минералов обнаружены в пеплах камчатских вулканов. По составу это самородное железо, интерметаллические соединения Fe, Mn, Cr, Ni, в исландских вулканах обнаружено вулканическое стекло. Предполагается поступление частиц указанных минералов из области верхней мантии (Сандимирова, 2008; Карпов и др., 2012).

Особенно детально сферулы были изучены Е.И.Сандимировой (2008) на примере курильских и камчатских вулканов. Она истолковывает

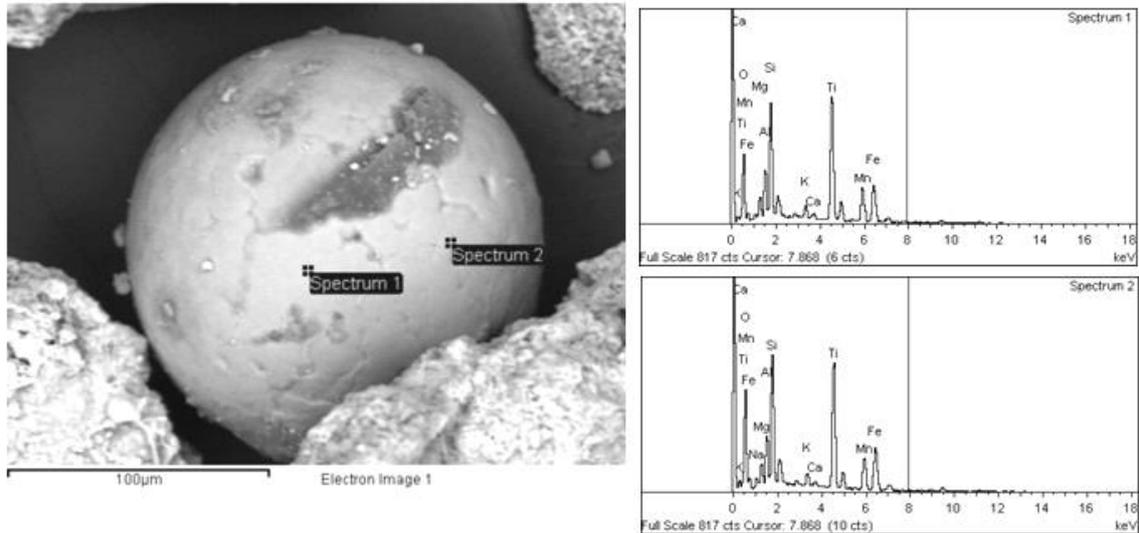
их как сложные поликомпонентные минеральные агрегаты из самородного железа, его оксидов, стекла, парагенетически связанные с самородными элементами и интерметаллическими соединениями.

Сферулы образуются и в высокотемпературных металлургических процессах (Нестеренко и др., 2007). Их размеры разнятся от 1-2 микрон до 6-7 см, чаще всего встречаются до 1 мм. Попадают сферулы однородно заполненные, полые, иногда с несколькими газовыми пузырями. Состав – железо, графит, вюстит, магнетит, гематит, силикаты, железисто-силикатное стекло. Они генерируются при высокотемпературных процессах в газовом потоке, в силикатных расплавах. Искусственные и природные сферулы чаще всего образуются вокруг газовых пузырей.

В грязевых вулканах Азербайджана встречаются довольно разнообразные сферулы. В сопочной брекчии грязевого вулкана Агдам обнаружены сложные по химическому составу алюмосиликатно-железистые пустотелые шарики размерами до 170 микрон. Они содержат примеси Ti, Mn. Их поверхность относительно гладкая

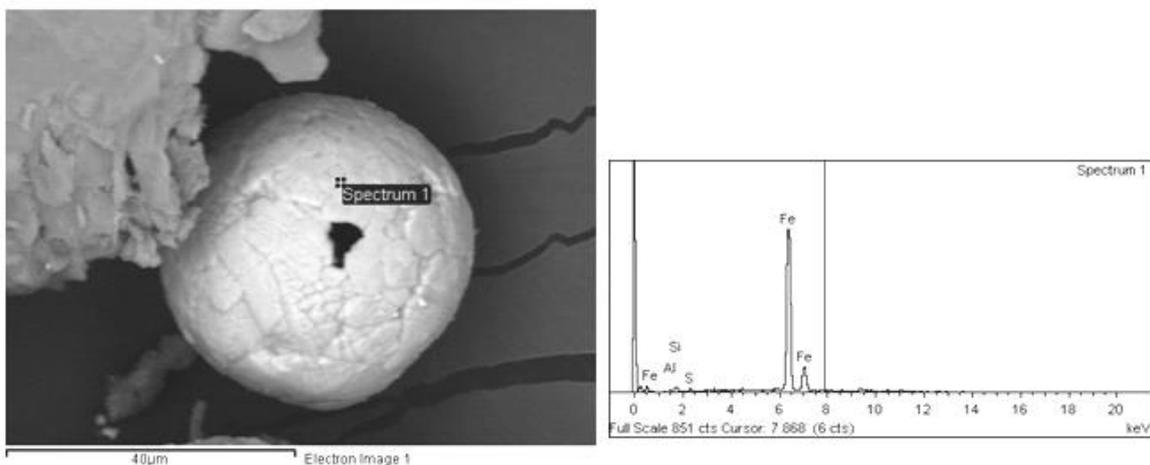
и при существующих возможностях изучения пока не информативна (рис. 2).

Пустотелая сферула самородного железа диаметром 40 микрон наблюдалась в сопочной брекчии грязевого вулкана Шекихан (рис. 3). На этом же вулкане зафиксирована сферула диаметром 70 микрон, сложенная вюститом (рис. 4).



Spectrum 1			Spectrum 2		
Element	Weight %	Atomic %	Element	Weight %	Atomic %
O K	30,31	53,07	O K	35,51	58,41
Mg K	2,39	2,75	Na K	1,12	1,29
Al K	4,71	4,89	Mg K	2,32	2,52
Si K	10,79	10,76	Al K	4,23	4,12
K K	1,49	1,07	Si K	10,17	9,53
Ca K	0,49	0,34	K K	1,47	0,99
Ti K	24,57	14,37	Ca K	0,65	0,43
Mn K	11,19	5,71	Ti K	21,34	11,72
Fe K	14,06	7,05	Mn K	9,53	4,57
Totals	100,00		Fe K	13,63	6,42
			Totals	100,00	

Рис. 2. Алюмосиликатно-железистый шарик. Грязевой вулкан Агдам



Element	Weight%	Atomic%
Al K	0,38	0,77
Si K	0,91	1,78
S K	0,47	0,81
Fe K	98,24	96,64
Totals	100,00	

Рис. 3. Сферула самородного железа. Грязевой вулкан Шекихан

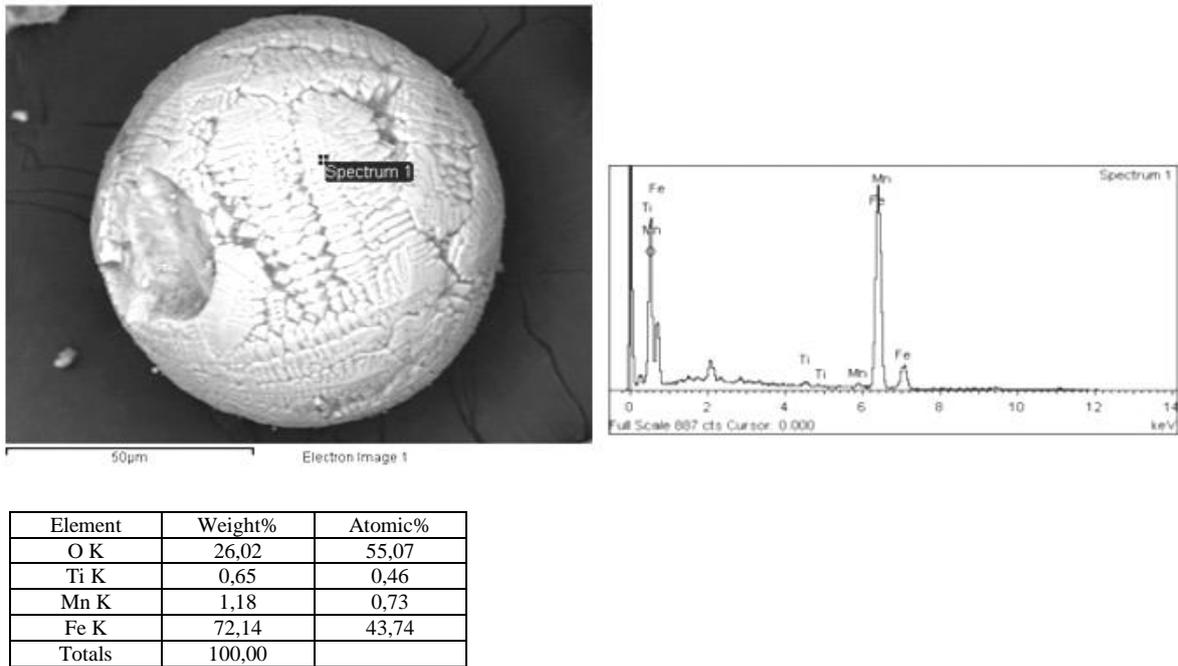


Рис. 4. Предположительно вюститовая сферула. Грязевой вулкан Пирекяшкюль

Шарики оксидов железа неоднократно найдены почти во всех изученных вулканах. Размеры их колеблются от 30 до 400 микронов (рис. 5, 6). Часто их поверхность усеяна еще более мелкими сферулами размером около 1 микрона и их сростками (рис. 7).

По химическому составу многие отмеченные сферулы ближе всего соответствуют гематиту, возможно, с примесью силикатов. Судя по

изометричным округлым выделениям на поверхности, это скорее всего агрегаты магнетита, окисленные в брекчии и являющиеся псевдоморфозой гематита по магнетиту – мартитом.

Обломок довольно крупного (диаметр 180 микрон) шарика наблюдался в грязевом вулкане Шекихан. Толщина стенок такой сферулы в скеле постоянна и составляет первые микроны (рис. 8).

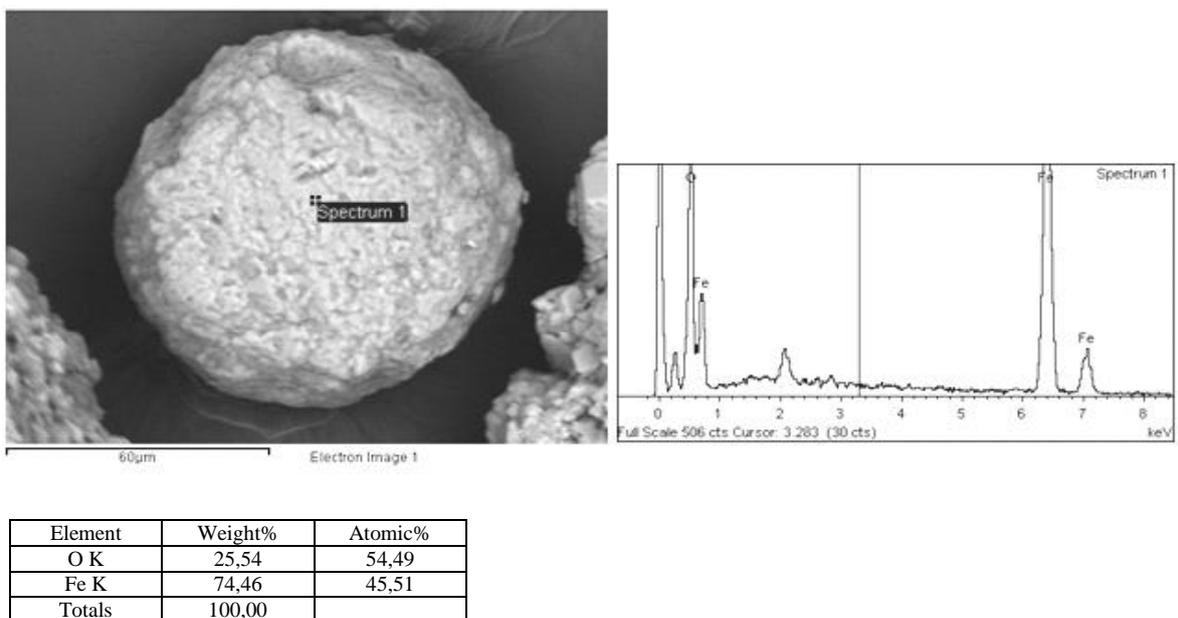


Рис. 5. Магнетитовый шарик. Грязевой вулкан Нефтчала Пильпиляси

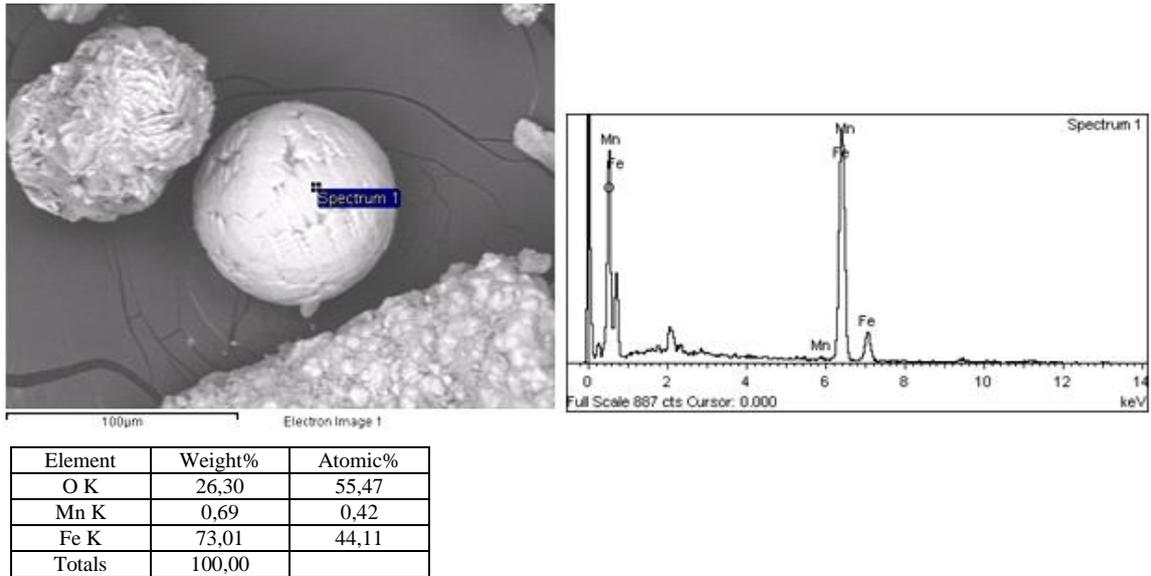


Рис. 6. Грязевой вулкан Пирекяшкюль

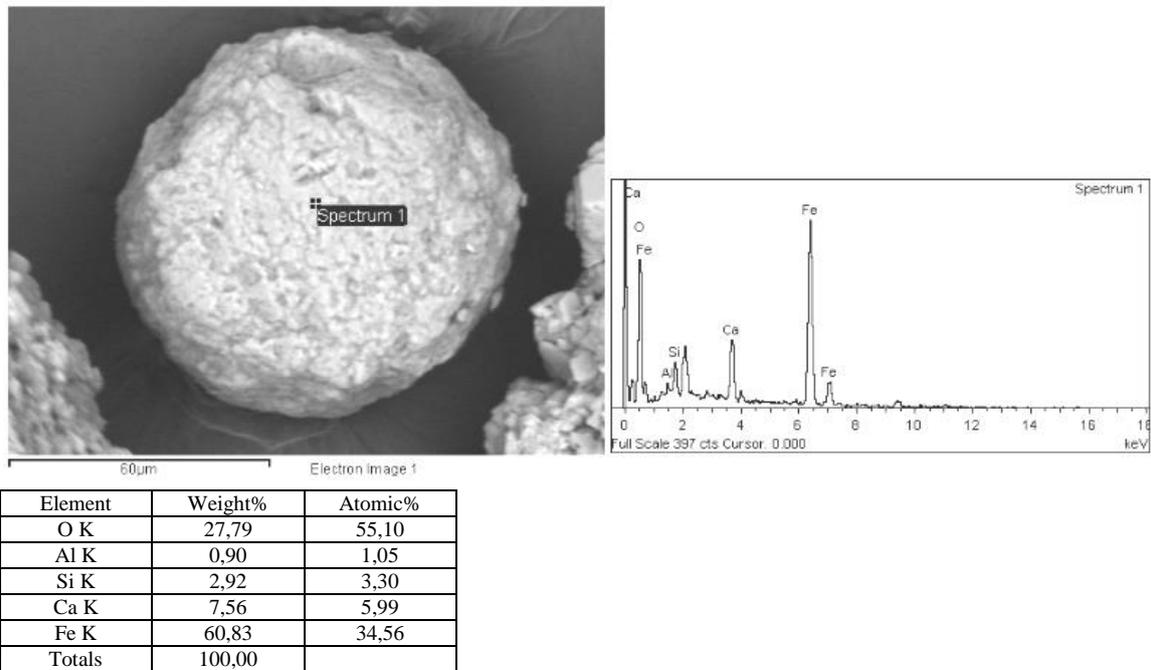


Рис. 7. Грязевой вулкан Шекихан

Шарик не совсем правильной формы встречен на вулкане Дашгил. Состав его истолковать затруднительно: 53,61% Fe, 19,63% Ti, 1,09% Mg, 25,73% O. Скорее всего, это какой-то полуокисленный сплав железа и титана.

Сферулы с неровной бугорчатой поверхностью (размеры до 120 микрон) встречаются на грязевом вулкане Дуровдаг. Их состав Fe – 55,34%, Ti – 0,53%, Cr – 12,7%, что соответствует, скорее всего, гематиту с примесью хрома и титана. Изредка (вулкан Пирекяшкюль) наблюдались хорошо окристаллизованные сферулы, сложенные пиритом. Вероятнее всего, это продукты измененных в сероводородной среде окисных минера-

лов железа, слагавших шарик. По характеру выделений эти сферулы резко отличаются от типичных новообразований пирита (рис. 9).

На грязевом вулкане Шекихан на поверхности брекчии обнаружены своего рода гематитовые розы (рис. 10). Изучались сферулы не только железа, его оксидов и сульфидов, но и стяжения полиметаллов, которые, очевидно, полностью заполнены. Такого рода образования часто наблюдались на грязевом вулкане Шекихан. Большинство стяжений имеет сложный состав. Так, один из шариков содержал 66% меди и 11,56% железа, при этом был значительно окислен (содержание кислорода до 35,37%) (рис. 11).

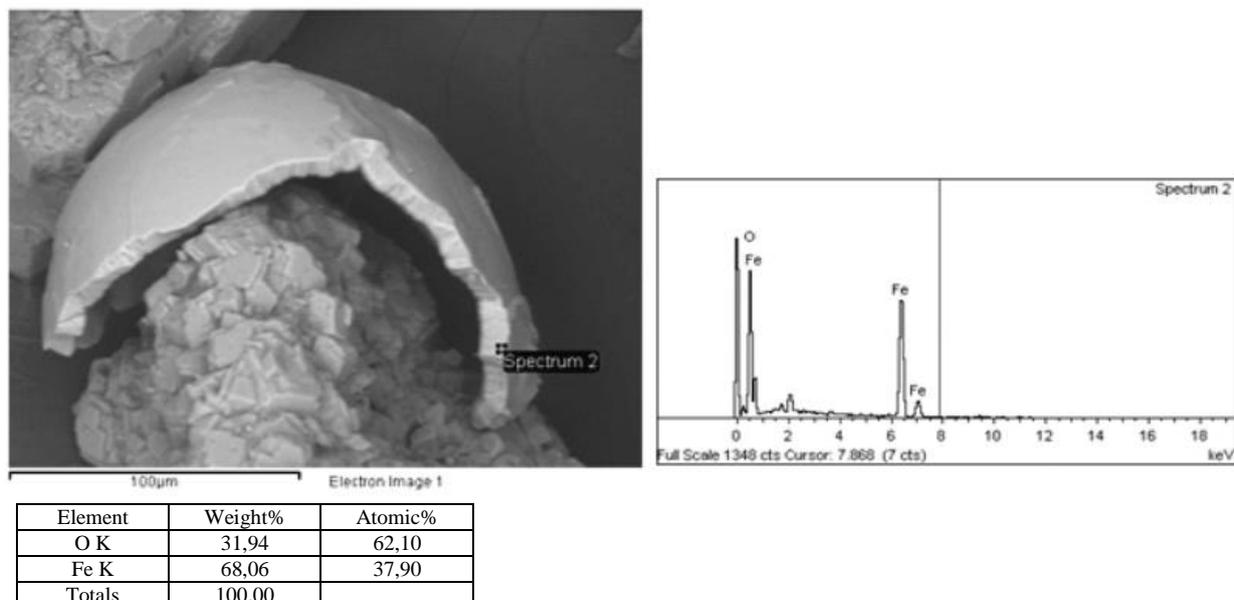


Рис. 8. Обломок сферулы оксида железа. Грязевой вулкан Шекихан

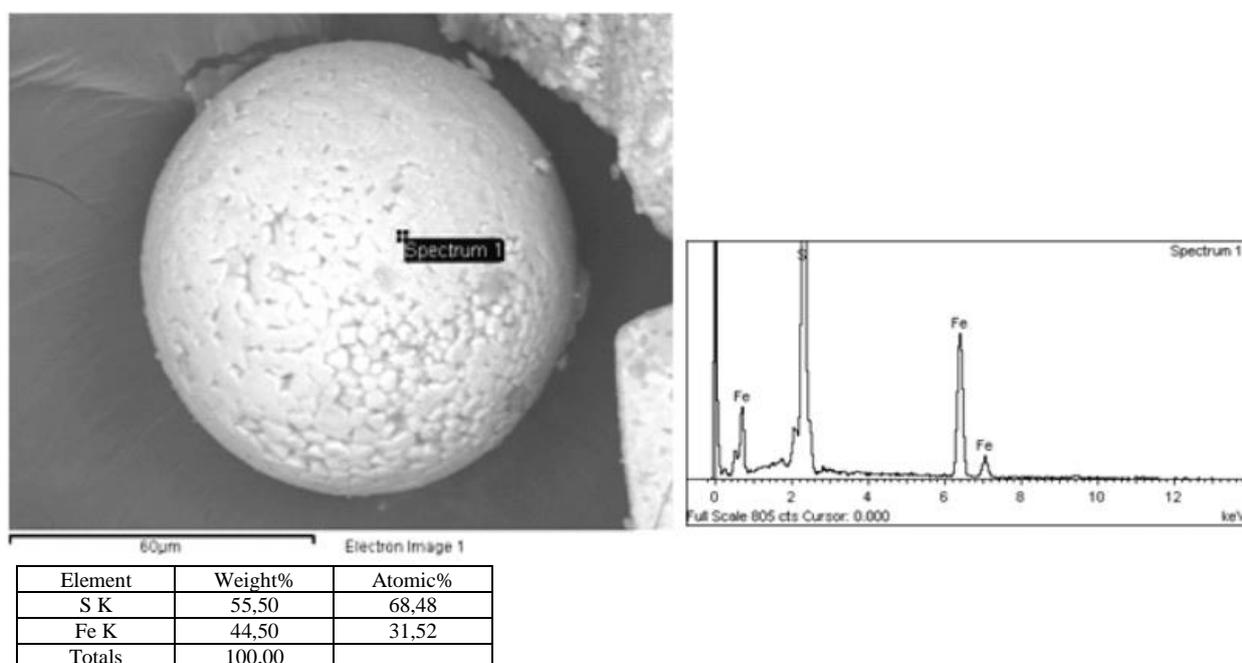


Рис. 9. Грязевой вулкан Пирекяшкюль

В других сферулах степень окисления была меньше (кислорода – 4,82%), они содержали 79,10% меди, 5,82% цинка, 5,44% железа (рис. 12). Третьи шарики были почти не окислены, в них содержание меди доходило до 81,05% (рис. 13).

В некоторых медных стяжениях содержание цинка достигало 20,92% и даже 24,73%. Присутствовали небольшие примеси Ni, Fe.

Полиметаллические стяжения с неровной поверхностью наблюдались на грязевом вулкане Дуровдаг. Состав стяжений несколько из-

менчив, но всецело преобладают медь (12,71-37,29%), цинк (9,53-38,22%), свинец (9,14%-20,72%), встречаются железо (2,40-3,32%), мышьяк (0-0,4%), сурьма (2,10-3,03%), имеются незначительные загрязняющие примеси Al, Si, S, Ca (рис. 14). Возможно существование примеси сульфидов (первые проценты).

Иногда сферулы слагаются пиритом (Бахар, Агдам) (рис. 15). В отличие от пирита, пирротин чаще других минералов образуется при высоких температурах, и участие флюидов вулкана в их генезисе наиболее вероятно.

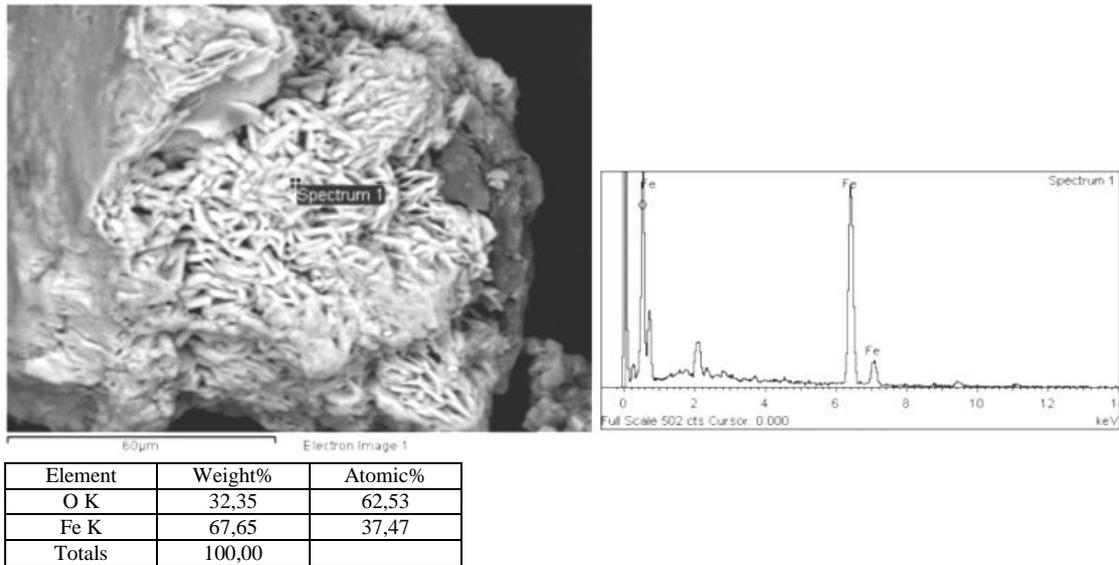


Рис. 10. «Гематитовые розы». Грязевой вулкан Шекихан

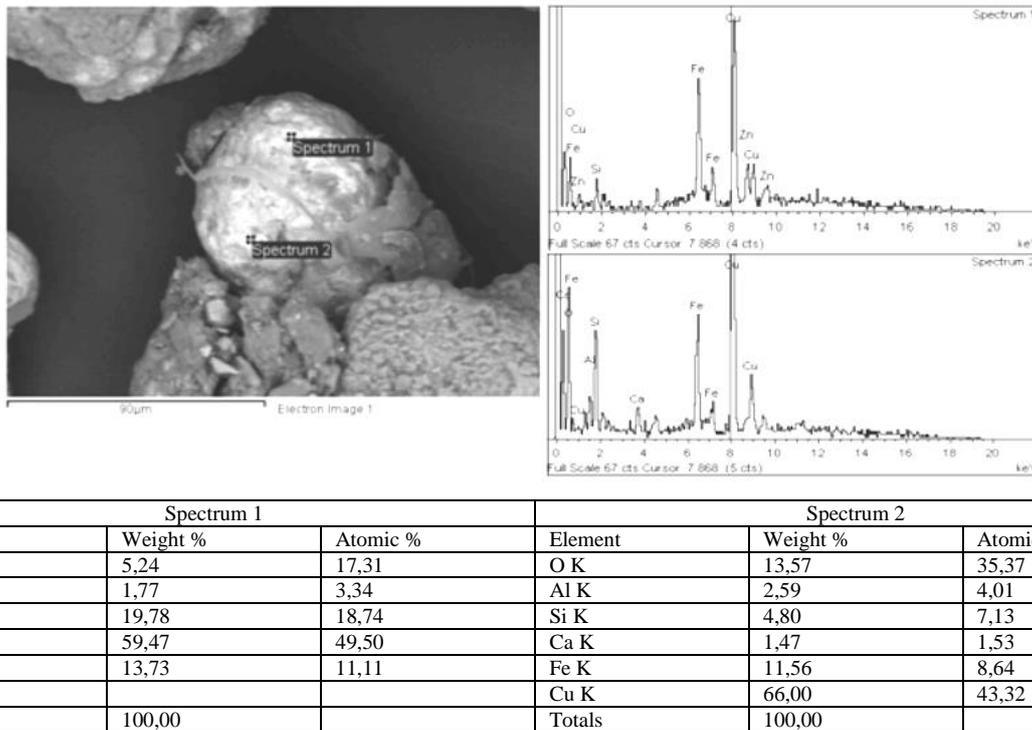
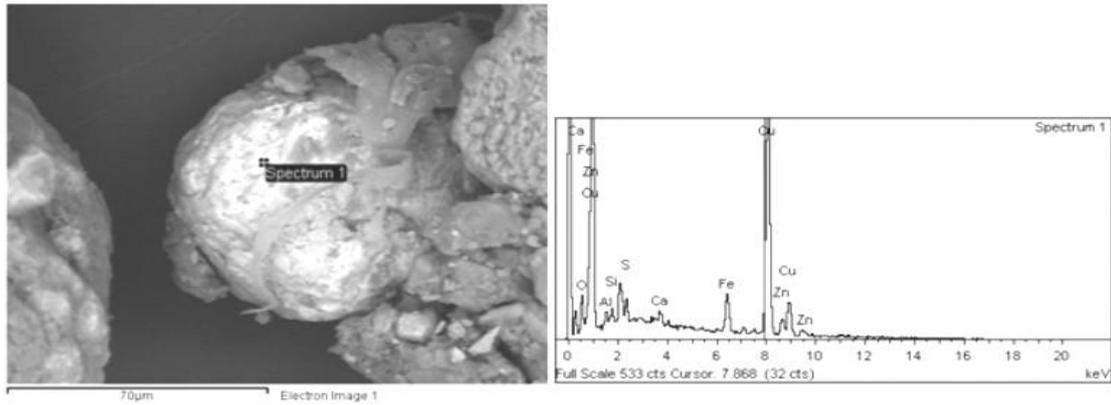


Рис. 11. Грязевой вулкан Шекихан

Что касается происхождения основной массы сферул, то это явно образования, выпавшие из газовой среды флюидов грязевых вулканов, они аналогичны новообразованиям в выбросах настоящих вулканов, некоторым продуктам металлургического процесса. Такое же происхождение можно предположить и для стяжений полиметаллов.

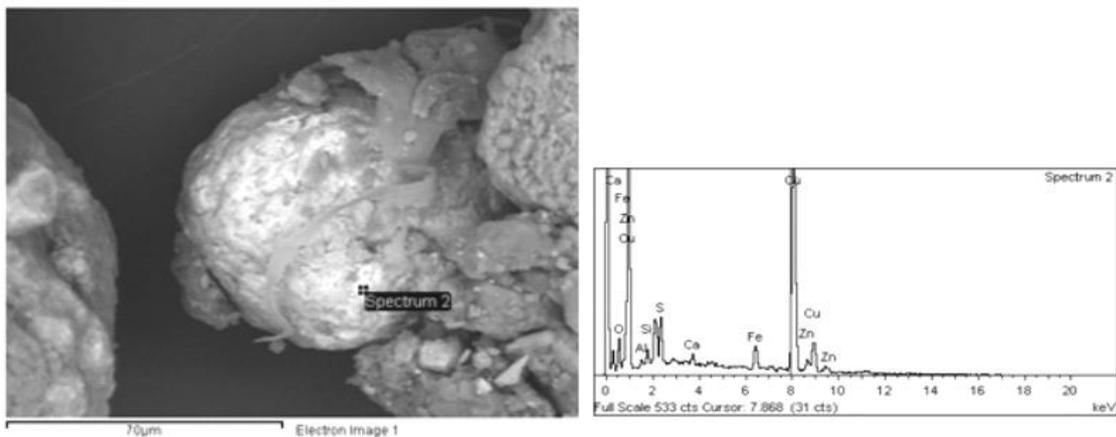
О высоких температурах процессов, протекавших в недрах, свидетельствуют находки расплавленного силикатного стекла с многочисленными трубчатыми вакуолями, формирующими

сеть субпараллельных трубчатых пустот (вулкан Нардаранхтарма). Очевидно, эту породу создают движущиеся высокотемпературные флюиды (рис. 16). Они вызвали расплавление насыщенной газом среды (брекчии) с образованием силикатных стекол. Химический состав расплавленного материала стекол примерно соответствует составу сопочной брекчии. Небезынтересно, что находки вулканического стекла описаны П.П.Авдусиным еще в тридцатые годы (Авдусин, 1939). Он связывал их с извержением и наземными взрывами грязевых вулканов.



Element	Weight%	Atomic%
O K	4,82	16,03
Al K	0,92	1,82
Si K	0,89	1,69
S K	1,65	2,73
Ca K	0,87	1,15
Fe K	5,44	5,18
Cu K	79,60	66,67
Zn K	5,82	4,4
Totals	100,00	

Рис. 12. Грязевой вулкан Шекихан



Element	Weight%	Atomic%
O K	4,18	13,93
Al K	0,63	1,25
Si K	0,94	1,77
S K	3,98	6,62
Ca K	0,78	1,04
Fe K	3,90	3,72
Cu K	81,05	67,97
Zn K	4,53	3,70
Totals	100,00	

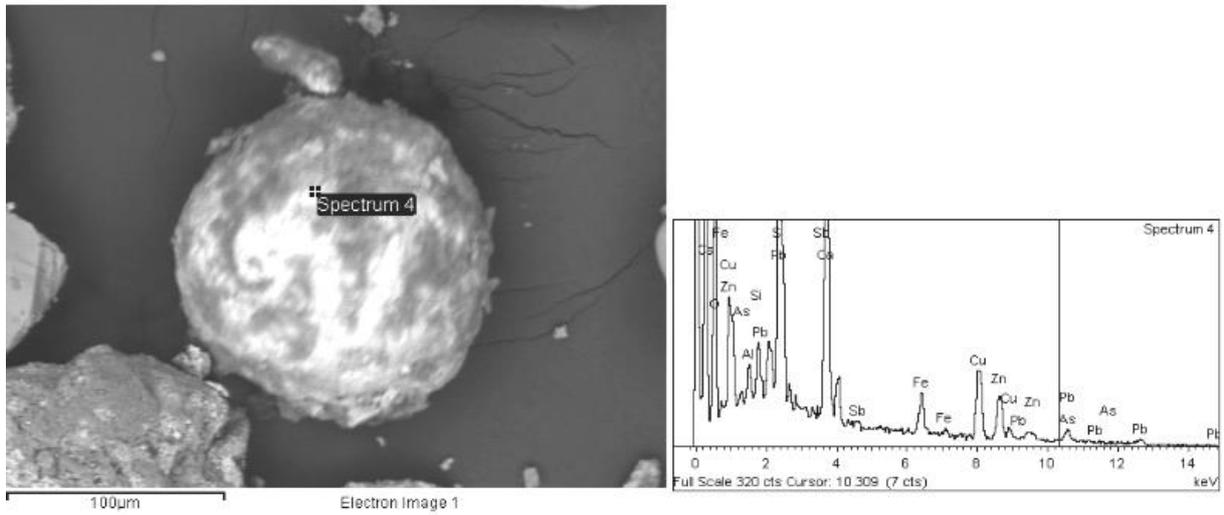
Рис. 13. Грязевой вулкан Шекихан

Интересны находки мелких кристалликов кварца в сопочной брекчии грязевого вулкана Дашмардан. Это явные новообразования.

О высокотемпературном воздействии свидетельствует и факт находки природной извести. Она образует идиоморфные ромбовидные кристаллы в глинисто-карбонатной массе (рис. 17, 18).

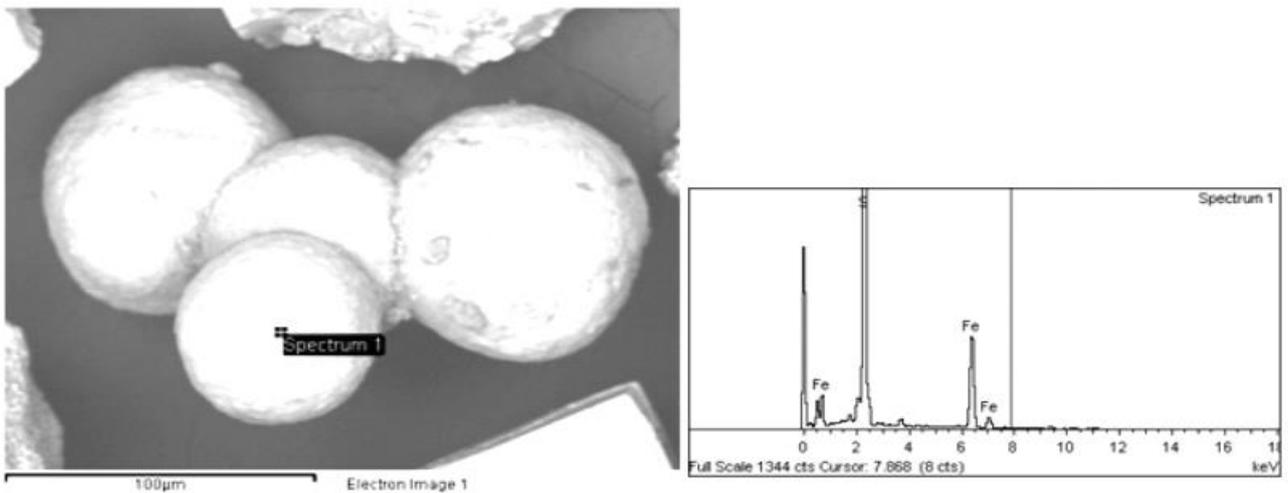
В минералогических руководствах Дэна (1950) и А.Г.Бетехтина (1950) отмечаются находки природной извести в лавах Везувия, где при извержении она образовалась за счет захваченных лавой известняков.

Известь встречается и как образование металлургических процессов. В целом возникновение извести связано с достаточно высокотемпературными процессами разрушения карбонатных пород.



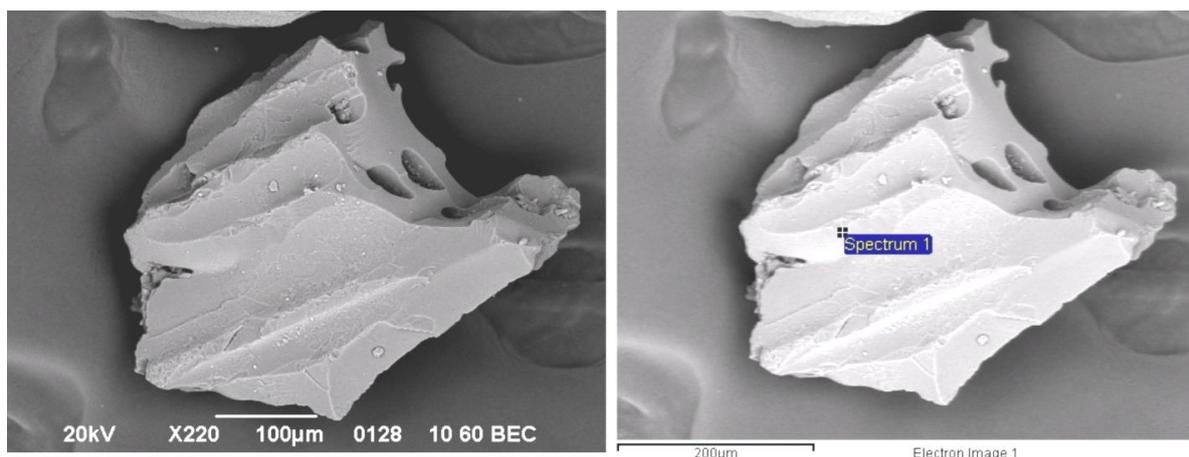
Element	Weight%	Atomic%
O K	34,89	69,33
Al K	1,00	1,18
Si K	1,27	1,44
S K	0,62	0,62
Ca K	13,42	10,65
Fe K	3,32	1,89
Cu K	12,71	6,36
Zn K	9,53	4,63
As L	0,41	0,17
Sb L	2,10	0,55
Pb M	20,72	3,18
Totals	100,00	

Рис. 14. Грязевой вулкан Дуровдаг



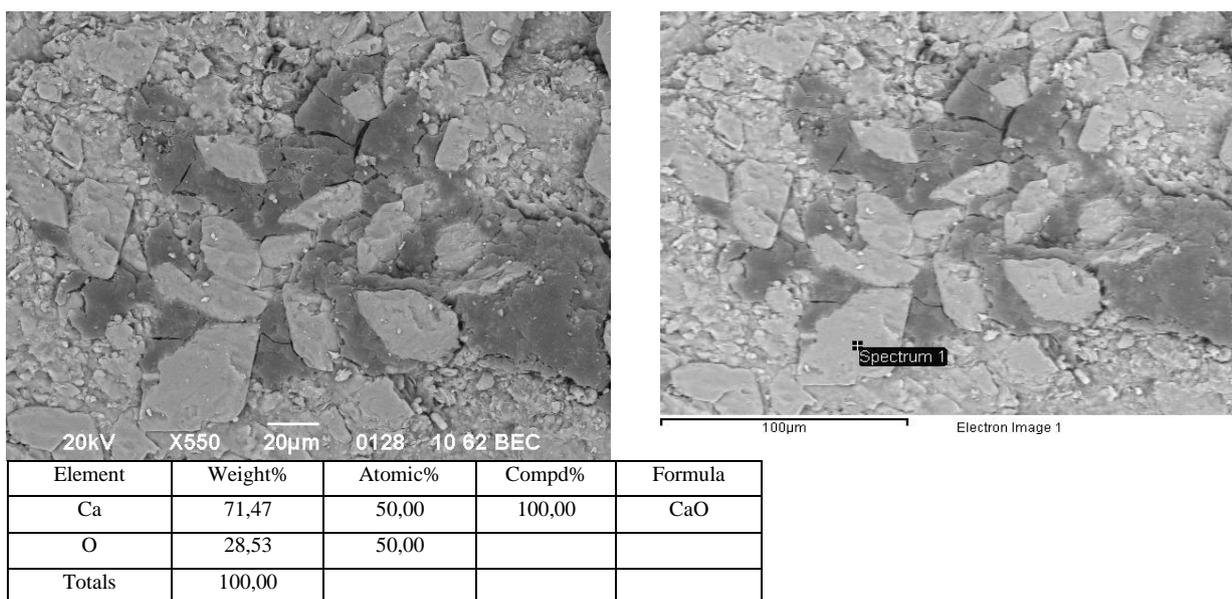
Element	Weight%	Atomic%
S K	52,48	65,79
Fe K	47,52	34,21
Totals	100,00	

Рис. 15. Пирит. Грязевой вулкан Айрантекен



Element	Weight%	Atomic%
O	56,44	70,56
Na	1,98	1,72
Al	5,23	3,88
Si	28,37	20,21
K	5,04	2,58
Fe	2,94	1,05
Totals	100,00	

**Рис. 16.** Силикатный шлак. Расплавленный материал сопочной брекчии с многочисленными трубчатymi пустотами от газов. Вулкан Нардарнахтарма



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Ca	71,47	50,00	100,00	CaO
O	28,53	50,00		
Totals	100,00			

**Рис. 17.** Идиоморфные ромбовидные кристаллы природной извести в сопочной брекчии грязевого вулкана Ахтармаарды

Как видим, минералогический состав обнаруженных минералов, их габитус и форма выделений необычны. Многие из них образуют сферулы, сохраняют облик кристаллов и агрегатов, явно не окатаны, брекчия носит следы прорастания этими минералами. Отнести их к терригенным или аутигенным минералам осадочного процесса невозможно. Их нельзя объяснить и как продукты термального воздействия при поверхностных взрывах газов.

В связи со всеми приведенными данными приходится искать причины их развития в сопочной брекчии. А.Е.Лукин считает, что развитие дисперсных частиц многих минералов (самородные металлы, карбиды, силициды и т.д.), разнообразных как морфологически, так и химически в составе брекчии, трассирует движение флюидов (безводный сверхсжатый газ на основе углеводородов и других компонентов – S, Fe, Si, N, P, галогены и др.). Содержащие эти минералы неравновесные породы А.Е.Лукин именует «пригожинитами».

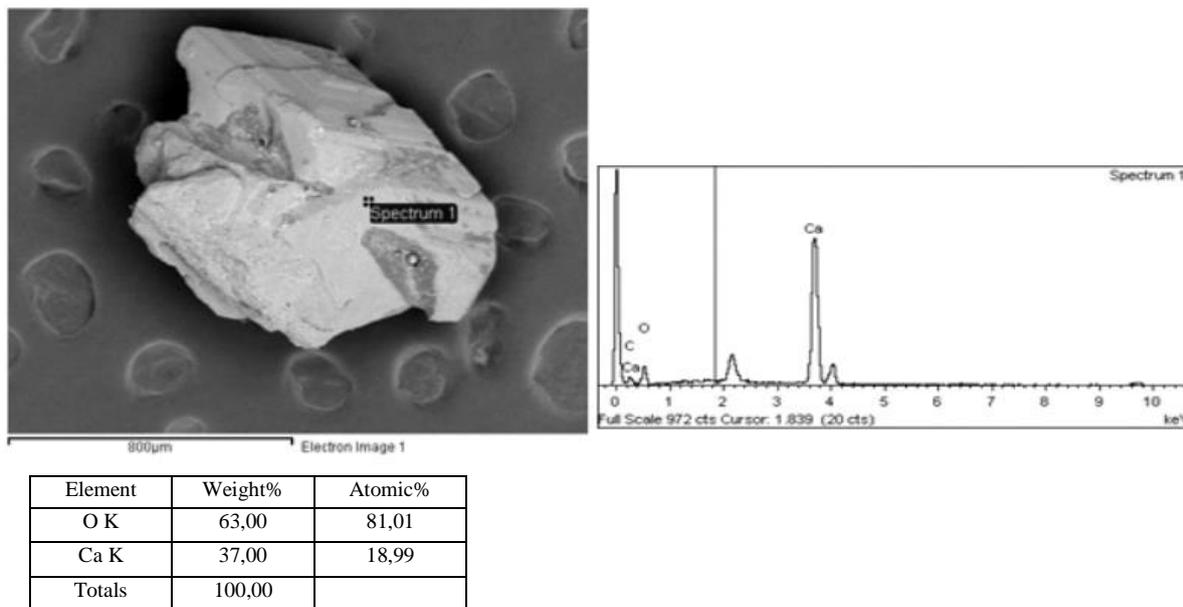


Рис. 18. Природная негашеная известь CaO

Возможно истолкование их как новообразованных флюидных плюмов в процессах газотранспортных реакций в недрах, как это предполагают Б.В.Кропоткин, Б.М.Валяев (1980), А.Н.Дмитриевский, Б.М.Валяев (2002а,б; 2010), Б.М. Валяев (2011), Ф.А.Летников (2010), Е.Ф.Шнюков (2016), А.Е.Лукин (2006, 2009, 2013) и др.

Ф.А.Летников (2010) рассматривает развитие Земли как монотонно угасающий процесс с истощением флюидных компонентов в верхних горизонтах литосферы, с периодическими импульсами интенсивной дегазации.

Выделяются две флюидные системы на основе водорода – водородно-углеродная и водородно-сернистая. Деятельность грязевых вулканов обусловлена действием водородно-углеродной системы.

Высокотемпературные и высокобарические флюидные потоки прожигают мантию и надмантийную толщу пород. Мантейные плюмы порождают флюидные потоки. Итогом их проникновения в сопочную брекцию и являются описываемые минералы.

Принятие представлений о глубинных флюидах, позволяет объяснить многие ранее непонятные факты – многочисленные находки высокотемпературных и высокобарических минералов в составе сопочной брекции, их идиоморфные кристаллические формы (во многих случаях), неожиданный габитус – сферулы, стяжения, проволоочки и тому подобные выделения. Находят в этом случае объяснение и многие особенности химизма минералов и иногда даже их химический состав в целом. Это минералы флюидогенного происхождения.

Фактически обнаруженная в грязевых вулканах минерализация позволяет нам предположить, что она является материальным подтверждением идей о глубинных плюмах. Наличие в сопочной брекции изученных грязевых вулканов Азербайджана самородных минералов и включений объясняется возможностью их прохождения через утоненную толщу консолидированной коры в каналы вулканов, связанных с глубинными разломами.

**ЛИТЕРАТУРА**

Авдусин П.П. К петрографии продуктов извержений грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции. В сборнике: Результаты исследования грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции. Изд-во АН СССР. Москва-Ленинград, 1939, с. 58-66.  
 Авдусин П.П. Грязевые вулканы. Петрографические исследования. Изд-во АН СССР. Москва-Ленинград, 1948, 192 с.  
 Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р. Атлас грязевых вулканов мира. Nafta-Press. Баку, 2015, 322 с.

**REFERENCE**

Avdusin P.P. To petrography of mud volcanoes ejecta in Crimea-Caucasian geological province. In collection: Research results of mud volcanoes in Crimea-Caucasian geological province. Academy of Sciences of USSR. Moscow-Leningrad, 1939, pp. 58-66 (in Russian).  
 Avdusin P.P. Mud volcanoes. Petrographic research. Academy of Sciences of USSR. Moscow-Leningrad, 1948, p.192 (in Russian).  
 Aliyev Ad.A., Guliyev I.S., Dadashev F.H., Rakhmanov R.R. Atlas of the world mud volcanoes. Nafta-Press. Baku, 2015, 322 p. (in Russian).

- Бетехтин А.Г. Минералогия. Госгеолиздат. Москва, 1950, 956 с.
- Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, 2011, с. 10-32.
- Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Углеводородная дегазация через дно океанов: локальные проявления, масштабы, значимость. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, 2002а, с. 7-36.
- Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. Флюидогеодинамические и генетические аспекты гидратоносности разреза осадков дна Мирового океана. В: Геодинамика и нефтегазоносные структуры Черноморско-Каспийского региона. 2002б, с. 58-59.
- Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. 2010. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений: развитие идей П.Н.Кропоткина. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. ГЕОС. Москва, с. 7-10.
- Дэна Дж.Д., Дэна Э.С., Пэлач Ч. и др. Система минералогии. Т.1. Москва-Ленинград, 1950, 608 с.
- Карпов Г.А., Аникин Л.П., Николаев А.Г. Самородные металлы и интерметаллы в пеплах действующих вулканов Камчатки и Исландии. В материалах конференции: Вулканизм и связанные с ними процессы. Петропавловск-Камчатский, 2012, с. 183-187.
- Кропоткин П.Н., Валяев Б.М. Геодинамика грязевулканической деятельности (в связи с нефтегазоносностью). В: Геологические и геохимические основы поисков нефти и газа. Наукова думка. Киев, 1980, с. 148-178.
- Летников Ф.А. Углеводородная ветвь глубинной дегазации. В материалах конференции: Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений». ГЕОС. Москва, 2010, с.18-29
- Лукин А.Е. Самородные металлы и карбиды глубинных геосфер. Геологический журнал, 2006, № 4, с.17-46.
- Лукин А.Е. Самородно-металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов – трасеры сверхглубинных флюидов. Геофизический журнал, V.31, № 2, 2009, с. 61-92.
- Лукин А.Е. Минеральные сферулы – индикаторы флюидного режима рудообразования и нафтидогенеза. Геофизический журнал, V.35, № 6, 2013, с. 10-53.
- Нестеренко Т., Иванченко В., Тиршикина С. Онтогенія кулястих індивідів агрегатів техногенного походження. Мінералогічний збірник, В. 57, № 1, 2007, с. 76-80.
- Сандимирова Е.И. Микросферулы как индикаторы флюидных (флюидно-магматических) процессов областей современного вулканизма. Вулканизм и геодинамика. В материалах: IV Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии. Петропавловск-Камчатский. № 2, 2008, с. 806-809.
- Шнюков Е.Ф. Флюидогенная минерализация грязевых вулканов Азово-Черноморского региона. Логос. Киев, 2016, 194 с.
- Betekhtin A.G. Mineralogy. Gosgeolizdat. Moscow, 1950, 956 p. (in Russian).
- Valyayev B.M. Hydrocarbonic degassing of the Earth, geotectonics, oil and gas genesis. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2011, pp. 10-32 (in Russian).
- Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. Hydrocarbonic degassing through oceans' seabed: local manifestations, scales, significance. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2002a, pp. 7-36 (in Russian).
- Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. Fluid-geodynamic and genetic aspects of hydrate content of sediments section of World Ocean Seabed. In: Geodynamics and oil and gas bearing structures of Black Sea-Caspian region. 2002b, pp. 58-59 (in Russian).
- Dmitriyevsky A.N., Valyayev B.M. 2010. Hydrocarbonic Earth degassing and genesis of oil and gas fields: development of P.N. Kropotkin's ideas. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2010, pp. 7-10 (in Russian).
- Dana J.D., Dana E.S., Palach Ch. et al. The System of mineralogy. V.1, Moscow-Leningrad, 1950, 608 p. (in Russian).
- Karpov G.A., Anikin L.P., Nikolayev A.G. Native metals and intermetals in ash of acting volcanoes of Kamchatka and Iceland. Conference materials: Volcanism and processes dealing with it. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2012, pp. 183-187 (in Russian).
- Kropotkin P.N., Valyayev B.M. Geodynamics of mud-volcanic activity (due to oil and gas content). In: geological and geochemical basis for oil and gas search. Naukova dumka. Kyiv, 1980, pp. 149-178 (in Russian).
- Letnikov F.A. Hydrocarbonic branch of deep degassing. Conference materials: "Earth degassing and genesis of hydrocarbonic fluids and fields". GEOS. Moscow, 2010, pp. 18-29 (in Russian).
- Lukin A.Y. Native metals and carbides of deep geospheres. Geological journal, №4, 2006, pp. 17-46 (in Russian).
- Lukin A.Y. Native-metallic micro- and nanoinclusions in formations of oil and gas bearing basins – tracers of ultradeep fluids. Geophysical journal, V. 31, № 2, 2009, pp. 61-92 (in Russian).
- Lukin A.Y. Mineral spherules – indicators of fluid regime of mineralization and naftidogenesis. Geophysical journal, V.35, №6, 2013, pp. 10-53 (in Russian).
- Nesterenko T., Ivanchenko V., Tirshikina S. Ontogenesis of spherical individuum aggregates of technogenic origin. Mineralogical collection, V.1, №57, 2007, pp. 76-80 (in Ukrainian).
- Sandimirova Y.I. Microspherules as indicators of fluid (fluid-magmatic) processes in recent volcanism area. Volcanism and geodynamics. In materials: 4<sup>th</sup> Russian symposium on volcanology and paleovolcanology. Petropavlovsk-Kamchatsky, V.2, 2008, pp. 806-809 (in Russian).
- Shnyukov Y.F. Fluidogenic mineralization of mud volcanoes of Azov-Black Sea region. Logos. Kiyv, 2016, 194 p. (in Russian).

**ИЗУЧЕНИЕ АКЦЕССОРНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СОПОЧНОЙ БРЕКЧИИ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОЗНАНИЯ ИХ ГЕНЕЗИСА**

**Е.Ф.Шнюков<sup>1</sup>, Ад.А.Алиев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины  
01601, г.Киев, ул. Олесь Гончара, 55б

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана  
AZ1143, г.Баку, просп. Г.Джавида, 119: ad\_aliyev@mail.ru

**Резюме.** В статье рассматривается необычный минералогический состав акцессорных минералов сопочной брекчии грязевых вулканов Азербайджана, в частности наличие самородных элементов (золото, золотистая медь, железо, никель, хром, серебро, олово), многих нехарактерных сульфидов, оксидов и других. Отмечаются также редкие формы выделения многих минералов – в том числе самородного железа, вюститита, гематита, образующих полые мелкие (доли мм) шарики в составе брекчии; многочисленные находки высокотемпературных минералов, имеющие идиоформные кристаллические формы, неожиданный габитус; сферулы, стяжения некоторых других элементов – меди, свинца, цинка; отдельные мелкие друзы гематита, оплавленные обломки сопочной брекчии, природная известь и др.

Все эти факты рассматриваются как признаки воздействия глубинных флюидов на сопочную брекчию грязевых вулканов. Обнаруженная в сопочной брекчии грязевых вулканов Азербайджана акцессорная минерализация, возможно, и является материальным подтверждением идей о глубинных плюмах. Наличие в сопочной брекчии изученных грязевых вулканов мантийных флюидов и включений можно объяснить их диффузией через атмосферу и утоненную толщу консолидированной коры в каналы вулканов, связанных с глубинными разломами.

**Ключевые слова:** грязевой вулканизм, сопочная брекчия, акцессорные минералы, самородные элементы, глубинные флюиды

**AZƏRBAYCANIN PALÇIQ VULKANLARI SOPKA BREKÇİYASININ AKSESSOR MİNERALLAŞMASININ ÖYRƏNİLMƏSİ – ONLARIN GENEZİSİNİN DƏRK EDİLMƏSİNİN İSTİQAMƏTLƏRİNDƏN BİRİ KİMİ**

**Ye.F.Şnyukov<sup>1</sup>, Ad.A.Əliyev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ukrayna MEA-nın DEİ “Dəniz geologiyası və çökmə filizmələgəlmə bölməsi”  
01601 Kiyev şəh., Oles Qonçar küç., 55b

<sup>2</sup>Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutu  
AZ1143, Bakı, Hüseyn Cavid pros.,119: ad\_aliyev@mail.ru

**Xülasə.** Məqalədə Azərbaycanın palçıq vulkanları sopka brekçiyasının aksessor minerallarının qeyri-adi mineraloji tərkibi, məsələn, təbii əmələ gələn minerallar (qızıl, qızılı mis, dəmir, nikel, xrom, gümüş, qalay), çoxlu qeyri-adi sulfidlər, oksidlər və digərləri nəzərdən keçirilir. Eləcə də bir çox mineralların, o cümlədən təbii əmələ gəlmiş dəmirin, vüstititin, hematitin qeyri-adi formalarının ayrılması qeyd edilir. Onlar brekçiyanın tərkibində oyuq, xırda kürəcik və çəkilib-bağlanma, bəzi digər elementləri – mis, qurğuşun, sink, hematitin, ayr-ayrı xırda druzalar, sopka brekçiyasının əridilib təmizlənmiş qırıntıları, təbii əhəng və başqalarını əmələ gətirir.

Bütün bu dəlillər palçıq vulkanları sopka brekçiyasına dərinlik flüidlərinin təsiri əlaməti kimi izah edilir.

**Açar sözlər:** palçıq vulkanizmi, palçıq vulkan brekçiyası, aksessor minerallar, sərbəst elementlər, dərinlik flüidləri