
А.А. Алиев¹, Н.А. Маслаков², А.А. Парышев², В.В. Пермяков³

¹ Институт геологии НАН Азербайджана, Баку

² Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

³ Институт геологических наук НАН Украины, Киев

ЗОЛОТО В ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Характер выделения агрегатов и индивидов золота, встреченного в нескольких грязевых вулканах Азербайджана (Дуровдаг, Бёюк-Харамы, Нардаранахтарма, Ахтармаарды) указывает на связь этого процесса с деятельностью грязевых вулканов.

Ключевые слова: *грязевой вулканизм, сопочная брекчия, золото*

Методика минералогических исследований

В рамках договора о проведении совместных исследований по теме «Изучение флюидогенной минералогии грязевого вулканизма Азербайджана» изучено 19 грязевых вулканов, отобранных азербайджанскими коллегами в различных структурных зонах республики Азербайджан. Методика подготовки проб для анализа сводилась к отбору 10–20 кг сопочной брекчии, отмучиванию глинистых частиц в теплой воде. В отмывом остатке были выделены три гранулометрические фракции 0,5–0,25, 0,25–0,1 и менее 0,1 мм, которые потом разделили в бромформе ($d = 2,9 \text{ г/см}^3$). Тяжелую фракцию последовательно разделили в магнитном поле 0,2; 0,35 и 0,9 Тл для выделения тяжелой неэлектромагнитной, магнитной и электромагнитной составляющих. Легкую и все тяжелые фракции изучили раздельно методами оптической и электронной микроскопии, а также микрозондового анализа на сканирующем электронном микроскопе SEM JSM 6490LV Jeol с энергодиспергирующим спектрометром INCA (аналитик В.В. Пермяков, Институт геологических наук НАНУ, г. Киев).

© А.А. АЛИЕВ, Н.А. МАСЛАКОВ, А.А. ПАРЫШЕВ, В.В. ПЕРМЯКОВ, 2017

Результаты

В продуктах извержения изученных вулканов нами установлено 39 минеральных видов. Среди них значительную научную ценность представляют находки самородных металлов, поскольку они могут являться индикаторами глубин образования и существования особых восстановительных условий минералообразования в створе грязевулканических структур [4].

Самородное золото выявлено при изучении акцессорной составляющей сопочной брекчии, содержание его незначительно и встречается в 4-х грязевых вулканах – Дуровдаг, Бёюк-Харамии, Нардаранахтарма, Ахтармаарды (рис. 1). Первые три вулкана расположены в пределах Нижнекуриской впадины, а Нардаранахтарма – в Торогайском микроблоке Гобустана [1].



Рис. 1. Грязевые вулканы, где обнаружено золото (в черных кружочках)

Находки золота не однозначны. Выявлены различные по составу разновидности – практически чистое золото, слабо медистое золото, золотистая медь и золотистая платина.

Интересна находка золота в грязевом вулкане Дуровдаг. Золото представлено в виде тонкой, в нескольких местах «потрескавшейся» пленки на поверхности деформированного октаэдра корунда размером 50–60 микрометров (рис. 2). Иногда на октаэдре матрицы наблюдаются вмятины, как бы следы роста кристаллов

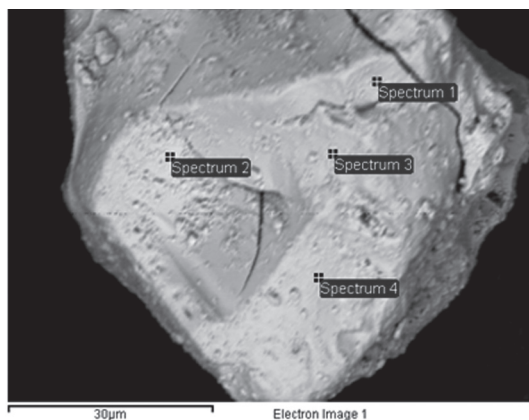


Рис. 2. Золотая пленка на октаэдрическом кристалле в грязевом вулкане Дуровдаг

в стесненных условиях. Вмятины и трещины лишний раз свидетельствуют о процессе осаждения золота непосредственно в канале грязевого вулкана.

Местами золото содержит примесь меди от 1,96%, (см. рис. 2 spectrum 2) до 5,06% в точке наблюдения на трещине (рис. 3, spectrum 2). Глинистая основа сопочной брекчии дает незначительные примазки алюмосиликатов (таблица), но в целом золотинка довольно чистая.

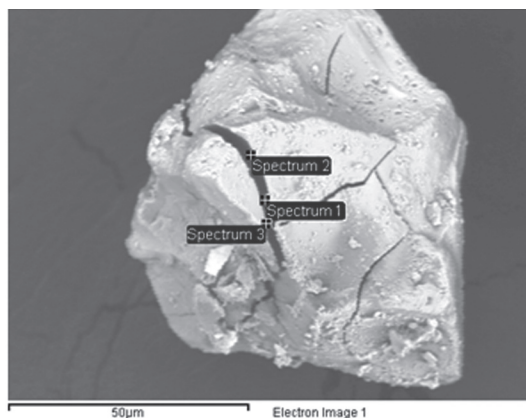


Рис. 3. Состав того же зерна в зоне крупной трещины. Грязевой вулкан Дуровдаг

Element	Spectrum1	Spectrum2	Spectrum3
O	14.81	15.81	52.05
Mg	2.45	3.08	12.36
Al	3.51	6.89	35.59
Cu	5.06	-	-
Au	74.17	74.23	-
Totals	100.00	100.00	100.00

Таблица. Состав золота в разных точках золотины грязевого вулкана Дуровдаг

Element	Spectrum1	Spectrum2	Spectrum3	Spectrum4
Mg	1.07	0.43	0.86	
Al	1.93	0.88	0.93	
Si	1.02	0.68	-	
Ca	1.19	1.02	1.51	
Fe	0.89	-	-	
Cu	-	1.96	-	
Au	93.90	95.03	96.70	100.00
Totals	100.00	100.00	100.00	100.00

Золото обнаружено и в грязевом вулкане Бёюк-Харамии во фракции меньше 0,1 мм. Оно образует неправильные ксеноморфные зерна. Поверхность их характеризуется наличием бугорков и/или натечных образований. Проведенное изучение их с помощью микрозонда позволило установить их состав как сплав золота (43.86–66.23%), железа (21.07–35.52%) и титана от 12.03 до 20.62% (рис. 4).

Element	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 4	Spectrum 5
Ti	19.58	14.59	12.03	20.62
Fe	31.39	21.07	21.74	35.52
Au	49.03	64.33	66.23	43.86
Totals	100.00	100.00	100.00	100.00

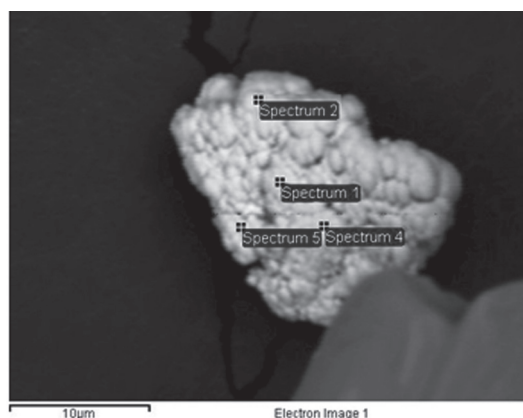


Рис. 4. Ксеноморфные зерна золота в грязевом вулкане Бёюк-Харам

Также в сопочной брекчии этого вулкана встречается золото в ассоциации с платиной, где оно присутствует в виде примеси в количестве до 16,72%. Внешне платиновый образец выглядит как тонкая пластинка с субпараллельными бороздами вдоль длинной оси. Создается впечатление, что зерно как бы продавлено через узкую щель. Присутствие золота выявлены как в кавернах, так и в наросте (рис. 5, spectrum. 2, 4).

Spectrum 2

Element	Weight%	Atomic%
Fe K	1.09	3.72
Pt L	84.02	81.90
Au L	14.89	14.38
Totals	100.00	

Spectrum 4

Element	Weight%	Atomic%
Mn K	1.11	3.75
Fe K	1.09	3.62
Pt L	81.07	76.92
Au L	16.72	15.71
Totals	100.00	

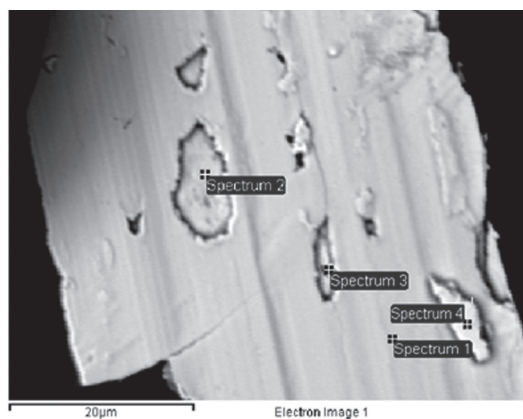
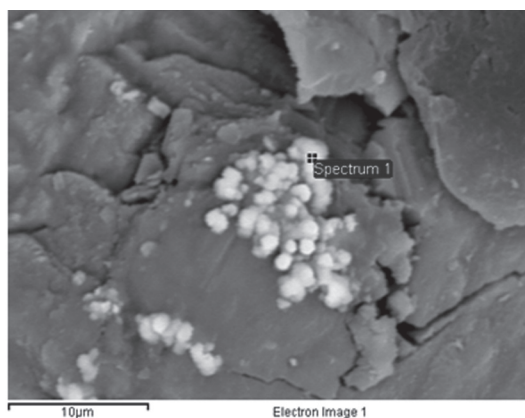


Рис. 5. Золотистая платина, грязевой вулкан Бёюк-Харам

К новообразованиям сопочной брекчии относится слагающий гроздевидный агрегат из мелких шариков размерами около 1 микромметра, развитые на чешуйчатых глинистых минералах вулкана Ахтармаарды (рис. 6). По своему составу это мелкие сферулы, скорее всего соответствуют минералу Cu_3Au .

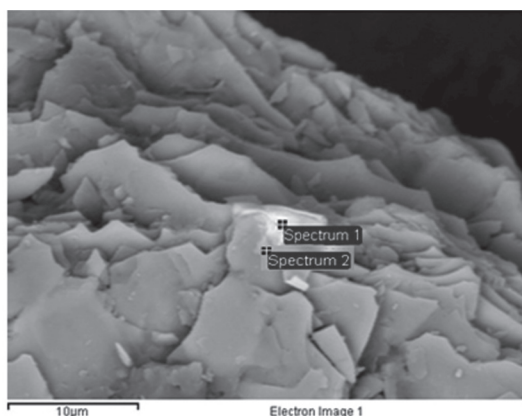
В грязевом вулкане Нардаранахтарма золото приурочено к стяжению таблитчатых кристаллов моноклинного пирротина размером 0,2 мм. Выявленное золото размером $7 \times 5 \times 1$ микрон облекает округленный кристаллик пирротина в виде тонкой пленки (рис. 7). Химически это чистый материал без примеси, содержание золота достигает 100%.



Spectrum

Element	Weight%	Atomic%
O	15.82	41.39
Si	0.60	0.89
S	16.05	20.96
Ca	4.80	5.01
Cu	41.24	27.18
Au	21.50	4.57
Totals	100.00	

Рис. 6. Натечные гроздевидные агрегаты золотистой меди, грязевой вулкан Ахтармаарды



Spectrum 1

Element	Weight%	Atomic%
S	17.49	45.66
Fe	17.96	26.92
Au	64.54	27.42
Totals	100.00	

Spectrum 2

Element	Weight%	Atomic%
Au	100.00	100.00
Totals	100.00	

Рис. 7. Пленка золота по моноклинному пироксену, грязевой вулкан Нардаранахтарма

Обсуждение результатов

Как видим, золото в грязевых вулканах Азербайджана существенно медистое. Серебро в минералах золота не зафиксировано.

В.И. Вернадский [2], ссылаясь на опыты Н.С. Курнакова, С.Ф. Жемчужного и М. Заседателя, указывает, что золото и медь дают сплавы во всех пропорциях. При 18% Cu по их опытам, температура застывания наименьшая (883–884). В азербайджанских вулканах попадает чистое золото, лишенное примеси, золото с 1,96% Cu, золото с 5% Cu и уже золотистая медь с 66,7% Cu, что подтверждает тезис о существовании сплавов во всех пропорциях.

Высокопробное золото в ассоциации с пластинчатым пирротинном могло кристаллизоваться из среднетемпературных гидротермальных растворов. Золотистая медь фиксирует собой наиболее поздний гипергенный этап существования сопочной брекчии. Хотя и в этом случае влияние газовых эманаций на мобилизацию металлов, находящихся в диффузном состоянии, вполне возможно.

Выводы

Надо полагать, выделение золота связано с деятельностью грязевых вулканов, а не является механическими аксессуарными минералами. Об этом свидетельствует характер выделения агрегатов и индивидов золота. В частности, А.Е.Лукин [3] связывал наличие самородных минеральных сферул с внедрением глубинных флюидов при формировании грязевых вулканов.

Некоторые авторы [5, 6] объясняют мобилизацию и аккумуляцию наночастиц золота в близповерхностных условиях с их транспортировкой и осаждением в зонах транзитных потоков восстановленных газов, в частности CH_4 , CO_2 , сернистых газов.

Осаждение золота на путях восстановленных глубинных флюидов вполне вероятно и на изученных грязевых вулканах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алиев Ад. А., Байрамов А.А., Малидова А.Н. Тектоника и перспективы нефтегазоносности грязевулканических областей Азербайджана в свете новых данных. Изв. НАН Азерб. Наука о Земле, 2004, № 1. С. 32–33.
2. Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського. Макарів: ТОВ «Аванпост реклама». 2012. 5. 828 с.
3. Лукин А.Е. Минеральные сферулы – индикаторы флюидного режима рудообразования и нефтидогенеза. 2013. 35. № 6. С. 10–53.
4. Шнюков Е.Ф., Иванченко В.В. Самородные минералы грязевых вулканов Азово-Черноморской провинции. Геол. и полезн. ископ. Мирового океана. 2015. № 2. С. 81–91.
5. Aspandiar M. F., Anand R., Gray D. Mechanism of element dispersion through transported cover: a review. *CRC LEMER Report*. Perth, Australia. 2006. P. 1–81.
6. Hough R.M., Nobile R.P., Reich M. Natural gold nanoparticles ore geology. *Reviews*. 2011. № 42. P. 55–61.

Статья поступила 12.10.2017

А.А. Алиев, М.О. Маслаков, О.А. Паришев, В.В. Пермяков

ЗОЛОТО В ГРЯЗЬОВИХ ВУЛКАНАХ АЗЕРБАЙДЖАНУ

Характер виділень агрегатів і індивідів золота, що зустрічаються в декількох грязьових вулканах Азербайджану (Дуровдаг, Бююк-Харамі, Нардаранахтарма, Ахтармаарды) указує на зв'язок цього процесу з діяльністю грязьових вулканів.

Ключові слова: грязьовий вулканізм, сопкова брекчія, золото

A.A. Aliev, N.A. Maslakov, A.A. Paryshev, V.V. Permyakov

GOLD IN THE MUD VOLCANOES OF AZERBAIJAN

The nature of the separation of aggregates and gold individuals, which was founded in some mud volcanoes of Azerbaijan (Durovdag, Beyuk-Harami, Nardaranakhtarma, Akhtarmaardy), indicates the connection of this process with the activity of mud volcanoes.

Key words: mud volcanism, comparative breccia, gold.