

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© А.Д.Исмаил-Заде, К.А.Панахи, 2012

ЛАПИЛЛИЕВЫЕ МАГНЕТИТ-ГЕМАТИТОВЫЕ ТУФФИТЫ
ДАШКЕСАНСКОГО ПРОГИБА МАЛОГО КАВКАЗА

А.Д.Исмаил-Заде, К.А.Панахи

*Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В позднебатском вулканогенно-осадочном комплексе мезозойского вулcano-плутонического пояса Малого Кавказа в ореоле Дашкесанского железорудного – магнетитового месторождения установлены прослои и линзы туффов, насыщенных титаномagnetитовыми и магнетит-гематитовыми округло-эллипсоидными горошинами, по характерной текстуре соответствующие лапиллям. Кольцевое расположение последних вокруг Дашкесанского интрузива с железорудным месторождением и сходство их составов подчеркивают их генетическую связь и в целом приуроченность к Дашкесанскому вулканическому центру.

Введение. Исследуемые титаномagnetитовые породы, известные в литературе как титаномagnetитовые песчаники, туфопесчаники, впервые упоминались И. Сегалом в 1894 г. Позднее они исследовались Г.Г.Алибековым (1894), М.Далем (1897), В.Н.Вебером (1897), К.Н.Паффенгольцем (1928), Ш.А.Азизбековым (1945), И.А.Ширванзаде (1945, 1956), Г.Х.Эфендиевым (1945, 1953), М.А.Кашкаем (1954, 1956), С.М.Сулеймановым и Э.Г.Байрамалибейли (1955), Р.Н.Абдуллаевым (1960-1963), Н.М.Салимхановым (1964), К.А.Панахи (1963-1966).

Ознакомление с публикациями вышеуказанных исследователей позволяет установить, что почти все они придерживаются единой точки зрения на формирование титаномagnetитовых песчаников за счет механических и химических продуктов разрушения различных вулканогенных и интрузивных пород, содержащих магнетит, титаномagnetит. Согласно С.М.Сулейманову и Э.Т.Байрамалибейли (1955), их формирование связано с размывом существовавшего в батское время крупного железорудного месторождения и переносом терригенного материала в прибрежные зоны батского моря. К.Н.Паффенгольцем (1928) и Э.Т.Байрамалибейли (1962) отмечается, что титаномagnetитовые песчани-

ки образовались не только в результате разрушения туфогенных пород, но также и в процессе деятельности подводных вулканов локального характера, однако центры этих вулканов, по мнению ученых, находились далеко от места образования магнетитовых песчаников.

Геология. Исследуемый батский вулканогенно-осадочный комплекс, содержащий «титаномagnetитовые песчаники», развит в Дашкесанском, Дастафюрском и Шамкирском районах.

В Дашкесанском районе данный комплекс кольцеобразно прослеживается параллельно контуру Дашкесанского интрузива, прерываясь лишь на востоке, где продолжением Дашкесанского является Журнабадский интрузив (рис.1.). Морфологически рудный комплекс представлен пластообразной залежью. Наиболее крупная залежь установлена в Дашкесанском районе – долине р. Тутундара. Здесь рудная залежь прослеживается более чем на 1 км при мощности пласта от 1,1 до 4 м. Занимаемая площадь – свыше 3 км².

В рудной залежи установлены линзы обогащенных магнетитом разностей, в которых магнетит (до 50%), по мнению вышеуказанных исследователей, представлен «...окатанными, полуокатанными и угловатыми зернами и небольшим количеством пирита...». Цемент их

хлоритизирован, кальцитизирован, а также содержит, эпидот, серицит. Данные образования по составу, кристаллолитокластическим и витрокластическим типам структур соответствуют туффитам и туфопесчаникам.

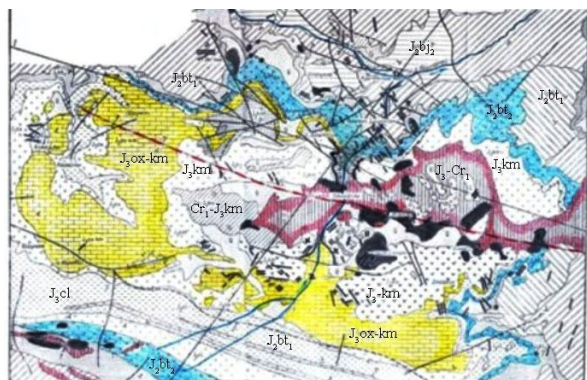


Рис. 1. Геологическая карта Дашкесанского железорудного месторождения по М.А.Кашкаю (1965)

На Шамкирском поднятии, в отличие от Дашкесанского прогиба, магнетитовые туффиты характеризуются более высокими содержаниями Ti , и в эту группу входят также разновидности с гематитом. По возрасту они соответствуют байосской вулканогенно-осадочной толще. Согласно М.А.Кашкаю (1965), содержание Ti в последних варьирует от 3,2 до 6,4%. В Инжирлинском и Татарлинском проявлениях титаномагнетитовых туффитов содержание $TiO_2=4,5-9,0\%$. Пласт титаномагнетитосодержащих пород этого района не прерывистый, а сплошной, протяженностью 6,5 км при средней мощности 3 м.

Титаномагнетитовые туффиты в отличие от туфопесчаников характеризуются тонко-мелкозернистостью и обусловленной различным соотношением магнетитовых и других минералов полосчатостью. В целом, в составах пород, составляющих данный вулканогенно-осадочный комплекс, – в туфопесчаниках, туффитах содержатся угловатые и полуугловатые зерна кварца, плагиоклаза и обломки эффузивных пород, сцементированных клинохлором, реже эпидотом, ожезненным эффузивным материалом (табл.1).

Петрографические исследования титаномагнетитовых туффитов и туфопесчаников позволили установить, что мелкие округло-эллипсоидные горошины-магнетиты (ти-

таномангнетиты), первоначально принимаемые как обломочные частицы, т.е. как терригенный материал от предполагаемого выхода магнетитовой залежи, оказались пирокластическим материалом – лапиллями размером до 1 мм, с характерными для них округлыми формами, принимаемыми прежними исследователями за окатанность. В этих породах магнетит и титаномагнетит являются главными рудными минералами, составляя от 30 до 90% от всех минералов (рис.2). Кроме титаномагнетитов, в составах туффитов и туфопесчаников отмечаются также – гематит, ильменит, гематитоильменит, гипергенный магнетит, маггемит, гетит, сидерит, несомненно, составляющие единый рудный комплекс. Породы рудоносной толщи подвержены гидротермальным изменениям, выраженным окварцеванием, серицитизацией, хлоритизацией, алунитизацией и особенно широко проявленной гематитизацией (табл.2).

Соответствие «окатанных фрагментов магнетитов» вулканическим выбросам – лапиллям обосновывается их представительностью в размерах менее 1 мм и округло-эллипсоидной формой, напоминающей мелкую вулканическую «шрапнель», выброшенную в водный бассейн из вулканического центра, т.е. это вулканический материал, промежуточный между вулканическим пеплом и мелкими вулканическими бомбами. Единичные образцы «магнетитовой бомбы» размером 5-7 см были обнаружены нами в туфобрекчиях Шамкирского района, вблизи Гядабейского интрузива (Панахи, 2010).

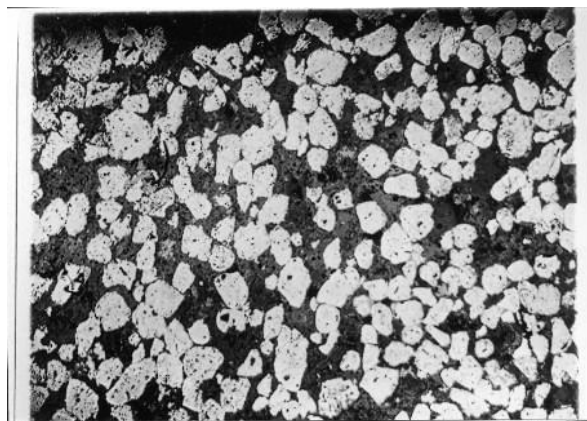


Рис. 2. Титаномагнетитовый туффит. Зерна магнетита и титаномагнетита (светлое) сцементированы нерудной массой (темное). Увеличение $\times 30$

Таблица 1

Химические анализы (мас. %) вмещающих пород титаномagnetитовых туффов и туфопесчаников СВ склона Малого Кавказа

породы	О К И С Л Ы														
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	сумма	место отбора и возраст
туфы	60.35	1.15	12.95	0.60	11.23	0.12	3.23	3.33	2.03	0.20	0.76	-	4.20	100.15	Дашкесан, бат
туфо-песчаники	61.22	1.07	13.31	0.87	11.15	0.15	3.21	3.29	1.19	0.99	0.66	-	4.19	105.64	- -
туфо-брекчии	50.59	1.47	20.87	9.77	5.66	0.06	1.42	2.50	0.97	2.98	1.10	-	4.12	100.48	- -
базальт	52.40	0.75	18.40	4.71	5.93	0.07	8.01	4.48	3.13	0.83	1.12	0.17	-	99.99	Шамкир, байос
базальт	51.31	0.81	17.90	5.92	5.21	0.09	8.62	5.34	3.71	0.29	1.17	0.21	-	100.58	- -
базальт	52.15	1.15	18.11	5.17	4.93	0.08	8.11	4.82	3.14	0.25	1.15	0.21	-	99.27	- -
андези-базальт	55.16	1.36	17.92	5.47	4.25	0.10	5.66	3.16	4.11	0.52	1.01	0.16	-	100.04	- -

Таблица 2

Химический состав (мас.%) титаномагнетитовых туффитов и туфопесчаников СВ склона Малого Кавказа

ОКИСЛЫ № п/п	Дашкесан				Шамкир				Дастафюр			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	26.92	34.60	36.40	19.89	27.38	45.96	50.35	19.63	32.63	26.35	34.15	29.16
TiO ₂	6.79	6.20	6.90	7.75	8.51	11.14	6.64	7.24	8.75	9.90	8.55	8.96
Al ₂ O ₃	4.27	5.60	2.50	4.11	0.88	0.60	0.55	1.03	2.79	1.33	2.06	1.45
Fe ₂ O ₃	57.65	44.10	48.40	65.23	34.48	6.77	5.66	39.37	25.90	36.90	25.79	33.45
FeO					23.60	23.84	23.69	18.98	13.21	15.07	14.01	12.47
MnO	0.03	0.18	0.19	0.03	0.15	0.21	0.11	0.16	0.22	0.30	0.31	0.27
CaO					0.55	0.55	3.65	1.12	8.84	2.08	8.79	6.90
V ₂ O ₅	0.21	0.02	0.03	0.09								
SO ₃	1.88	6.40	3.89	0.88								
P ₂ O ₅	0.25	0.26	сл.	0.15								
MgO					0.80	4.14	2.93	1.31	5.35	5.97	5.49	5.75
Na ₂ O					0.04	0.10	0.02	0.04	0.50	0.35	0.35	0.65
K ₂ O					0.32	0.11	0.23	0.20	0.06	0.16	0.10	0.09
ппп					3.55	5.78	6.12	2.59				
H ₂ O					0.52	0.92	0.11	0.48	0.40	0.90	0.55	0.56
Σ	98.18	99.28	100.04	98.87	100.78	100.12	100.6	99.95	99.65	99.31	100.15	99.71

Исследуемые лапилли магнетитов изотропны. Нередко зерна магнетита обрамлены тонкой оторочкой маггемита и гидрогетита, а также мартита; темное кольцо между ними – нерудная масса. Возможно, в процессе быстрого остывания горошин магнетитов, очутившихся в водном бассейне, произошло окисление внешней корочки с образованием маггемита и мартита, и в появившемся между слоями кольцевом микропространстве образовались их гидроокислы (рис. 3, 4).

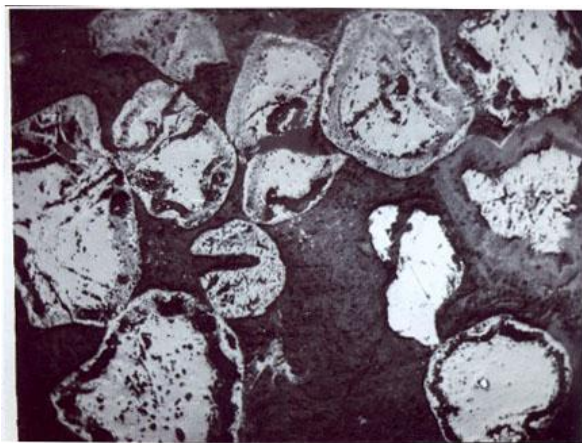


Рис. 3. Зерна магнетита, обрамленные с периферии оторочкой маггемита и гидрогетита (серое); цемент – нерудная масса (темное) (Шамкир). Увеличение $\times 100$

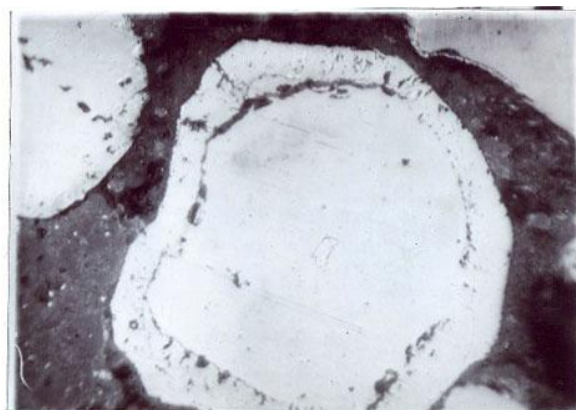


Рис. 4. Зерно магнетита с оторочкой мартита (светлое), темное кольцо – нерудная масса (Шамкир). Увеличение $\times 320$

Встречаются лапилли магнетитов удлиненно-округлых форм с тонкой гематитовой оторочкой, содержащие в центральных частях нерудную фракцию, представленную хлоритизированной и эпидотизированной массой.

Возможно, это аккреционные или пирокластические пемзовые лапилли с газовой полостью внутри, впоследствии выполненные нерудной массой (рис. 5,6).

Среди различных перечисленных выше минеральных фрагментов установлены также полуугловые зерна титаномагнетитов, характеризующихся высокими значениями содержания TiO_2 и подвергнутых твердофазовому распаду с образованием лапиллей ульвошпинели (рис.6, 7; табл.2).

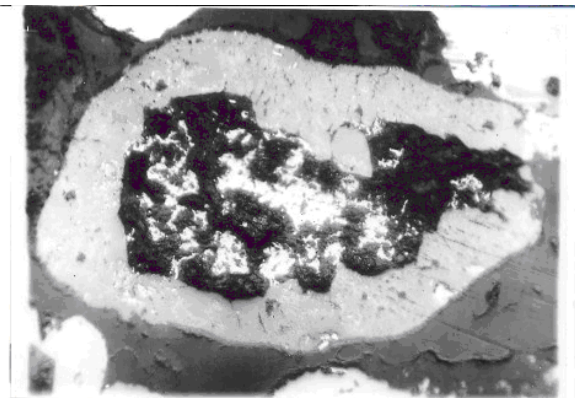


Рис. 5. Гетитовая оторочка вокруг магнетитового зерна (серое), темное и серое в центре – нерудная масса. (Дашкесан). Увеличение $\times 320$

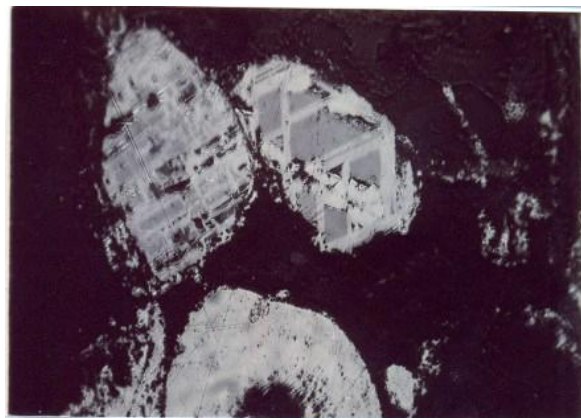


Рис. 6. Зерно магнетита с нерудной массой в центре и титаномагнетиты с ламеллами ильменита, цемент – нерудная масса (темное). Увеличение $\times 100$

В минеральном составе лапиллиевых магнетит-гематитовых туффитов установлены: магнетит, магнетит гипергенный, титаномагнетит, ильменит, гематитоильменит, гетит, гидрогетит, пирит, халькопирит, сидерит, кальцит,

кварц, плагиоклаз, пироксен, хлорит, цоизит, биотит, а также чуждые вулканические породы (табл. 3).

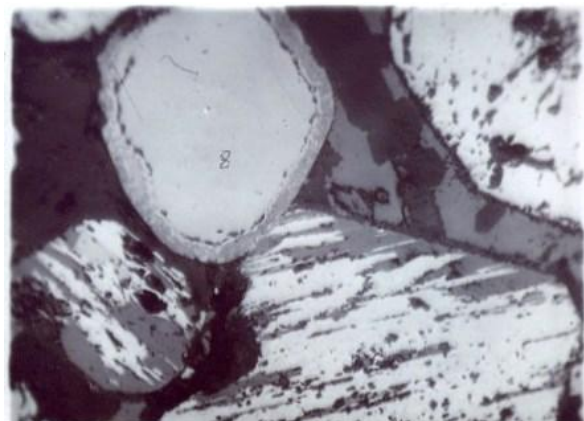


Рис. 7. Зерно магнетита (светлое) с гидрогетитовой оторочкой (серое) и зерна гематитоильменита, состоящие из гематита (белое) и ильменита (серое), сцементированы нерудным веществом (темное) и гидроокислами железа (темно-серое) (Дашкесан). Увеличение $\times 320$

Магнетит и *титаномagnetит* являются главными рудообразующими минералами; они составляют от 30% в туфопесчаниках и до 90% – в туффитах. Зерна магнетита изотропны; по периферии и по трещинкам окисляются и замещаются мартитом.

Титаномagnetит чувствителен к окислительным условиям и является индикатором последнего равновесного состояния магмового очага; наблюдаемый переход гомогенного титаномagnetита в гетерофазное состояние сопровождается распадом его с образованием магнетита и ульвошпинели, наблюдаемым при температуре около 550°C; дальнейший окислительный распад сопровождается образованием титаномagnetита и гемоильменита, менее титанистого, чем исходный и близкого по составу к ильмениту; конечные продукты гетерофазного окисления – магнетит, гематит, сфен.

Гипергенный магнетит в туффитах и туфопесчаниках развивается в оторочках магнетита и гематита в процессе метасоматического замещения; образование гипергенного магнетита при этом не требует привноса железа извне, т.к. процесс этот протекает в среде, обедненной кислородом, и трехвалентное железо гематита (мартита) теряет часть кислорода и приобретает двухвалентную форму.

Ильменит – минерал высоких температур ($>500^{\circ}\text{C}$); высокое содержание его в титаномagnetитовых туффитах и туфопесчаниках Шамкирского района обуславливает высокое содержание TiO_2 в этих породах.

Гематит встречается в двух морфологических разновидностях: 1) пластинчатый и чешуйчатый (железный блеск) и 2) образованный при окислении по магнетиту.

Мартит – плотный агрегат гематита, образованный по зернам магнетита; встречается в виде отдельных зерен и каймы вокруг магнетита и ильменита; мартитовые зерна часто замещаются гипергенным магнетитом или гидрогетитом, и при этом наблюдается зональное строение магнетитовых зерен.

Маггемит встречается редко; наблюдается в ассоциации с зернами окисленного мартитизированного магнетита; часто замещается гематитом; образуется в случае, если в зернах магнетита содержится лишнее Fe_2O_3 , который способствует переходу его в маггемит.

Гетит в туффитах встречается в ассоциации с гидрогетитом и гематитом; совместно с гидрогетитом образуется при окислении сидерита и при гидратации гематита.

Пирит встречается в виде самостоятельных зерен и в виде включений в магнетитах; является вторичным минералом, образовавшимся позднее всех.

В незначительных количествах в туффитах и туфопесчаниках встречаются халькопирит, сидерит, пироксен, биотит и различные обломки пород.

Условия образования титаномagnetитовых туффитов и туфопесчаников

Наблюдаемая минеральная ассоциация в составах титаномagnetитовых туффитов и туфопесчаников батского вулканогенно-осадочного комплекса Дашкесанского прогиба, представленная магнетитом, титаномagnetитом, ильменитом, гематитом, гематитоильменитом, мартитом, маггемитом, гетитом, – явное свидетельство соответствия их единому железорудному комплексу, каким в регионе является Дашкесанское железорудное месторождение. Подтверждением этому служит также кольцеобразное расположение батской вулканогенной толщи вокруг Дашкесанского интрузива.

Таблица 3

Химические анализы (мас.%) мономинералов из титаномагнетитовых туффитов и туфопесчаников СВ склона Малого Кавказа

окислы	гематит	магнетит	ильменит	гемоильменит	гипергенный магнетит	маггемит	гетит	сидерит	хлорит
SiO ₂	0.65	0.28	0.08	0.09	1.60	0.05	0.71	0.50	0.25
TiO ₂	0.24	0.25	48.70	44.12	0.09	0.20		0.15	30.13
Al ₂ O ₃	-	0.22	0.09	0.22	0.10	0.12		0.08	20.86
Fe ₂ O ₃	96.80	68.10	0.08	54.73	65.00	89.45	89.01	0.02	30.13
FeO	0.45	30.51	50.76	0.14	31.00	7.60		61.21	3.54
MnO	0.10	0.22	0.08	0.02	-	0.01		сл.	0.10
MgO	0.11	0.18	0.02	-	-	0.01		0.03	0.28
CaO	0.19	0.12	0.04	0.15	0.21	0.15		сл.	0.38
V ₂ O ₅	0.13	0.06	0.02	0.04	0.07	0.15		0.02	0.01
Na ₂ O	0.01	0.03	0.03	сл.	0.02			-	-
K ₂ O	0.02	0.04	0.07	-	0.03			сл	0.01
SO ₃					1.60				
H ₂ O	1.25	0.2			0.17	1.20	10.19		13.11
CO ₂								37.05	
ппп						1.90			
Σ	99.89	100.10	99.91	100.01	99.61	99.91	99.91	99.44	100.62

Установленное нами соответствие титаномагнетитсодержащих пород данного комплекса не песчаникам, как это предполагалось ранее, а туффитам с магнетитовыми лапиллями, т.е. вулканическим выбросам железистого состава, в сочетании с вулканогенным (вулканогенно-осадочными) характером комплексов средней юры в Дашкесанском прогибе позволяет считать исследуемые лапиллиевые магнетитовые туффиты фациальной разновидностью вулканизма, связанного с Дашкесанским вулканическим центром.

Минералогический состав исследуемых пород характеризуется наличием магнетита, гематита, титаномагнетита, гематитоильменита, ильменита, среднее содержание которых составляет 70%.

В процессе формирования рудных залежей наблюдались различные формы окисления железа, при котором магнетит окислялся частично или же полностью замещался мартитом.

Процесс окисления магнетита и переход его в гематит (мартит) приводит к некоторому обеднению туффитов железом. Сидеритизация руд также приводит к общему снижению содержания железа в рудах.

Кроме первичного магнетита, выявлен также гипергенный магнетит, образованный по гематиту (мартит), реже по сидериту в процессе метасоматического замещения этих минералов. Формирование этого минерала происходило в температурном интервале 35-45°C (определение методом декрипитации). Эта температура обычно характерна для глубин 1000-1200 м, т.е. это глубина, при которой гипергенный магнетит образуется по мартиту. Процесс происходит вначале по периферии зерен магнетита с образованием тонкой мартитовой оторочки, постепенно охватывающей весь минерал, и далее мартит переходит во вторичный магнетит.

Наблюдаемые процессы окисления представляют собой гетерофазное изменение титаномагнетита, выраженное двумя фазами: 1) распад гомогенного твердого раствора и образование агрегата с неизменным валовым составом, что, согласно термодинамическим зонам условий образования фемических минералов, соответствует «магнетитовой» зоне, связанной с образованием минералов,

содержащих Fe^{3+} и Fe^{2+} – титаномагнетита и магнетита, а также гематитоильменита и пирротина; 2) окислительный распад твердого раствора, т.е. образование минералов с измененным валовым составом, соответствующих «гематитовой» – высокоокислительной зоне образования минералов, содержащих только Fe^{3+} – гематит, маггемит, гидроокислы железа.

Установленные в исследуемом регионе две окислительные фазы образования железистых минералов – «магнетитовая» и «гематитовая» отражают две различные стадии их формирования.

Первая стадия, «магнетитовая», связана с местом излияния железистого расплава и степенью его остывания. Титаномагнетиты в расплаве в процессе медленного остывания не только распадаются, но и растворяются. В результате этого выносятся железо, и титаномагнетит становится более титанистым. При быстром же охлаждении изверженных продуктов гомогенные титаномагнетиты обычно сохраняются. Возможно, именно данным процессом можно объяснить высокую титанистость магнетитов Шамкирского района по сравнению с Дашкесаном.

Вторая стадия, «гематитовая», связана с участием ферроминералов в формировании вулканогенно-осадочного комплекса в водном бассейне.

Наличие в туффитах и туфопесчаниках титано-магнетитовых и магнетит-гематитовых горошин округло-эллипсоидных форм, относимых по текстурным особенностям к лапиллям, означает соответствие их пирокластическим материалам, подобным вулканическим пеплам или вулканическим бомбам, образованным в процессе «пульверизации» жидкой лавы железистого состава. Среди туфобрекчий батского периода при полевых работах были обнаружены единичные вулканические бомбы железистого состава размером 5-7 см, детальные исследования которых приведены в (Панахи, 2010).

Особенностью исследуемых лапиллей в туффитах является соответствие горошин, как было отмечено выше, производным двух типов окисления: магнетит-гематитам из «быстро остывающей» лавы и титаномагнетитам со структурой распада из «длительно остывающей» лавы, а в туфопесчаниках – наличие ли-

токластов и кристаллокластов. Лапилли титаномагнетитов со структурой распада, по всей вероятности, являются обломочной фракцией более древних образований, что подтверждается их сравнительно меньшей распространенностью и угловатостью форм. Наличие последних может служить прогностическим признаком возможного обнаружения на глубине титаномагнетитовых образований с высоким содержанием TiO_2 .

Выявленные в туффитах магнетит-гематитовые лапилли являются уникальными, вследствие редкого проявления их в природе. Важной особенностью является временное и вещественное их соответствие железорудно-магнетитовому Дашкесанскому месторождению. Вышеотмеченные факты, а именно расположение железорудного месторождения в ореоле Дашкесанского интрузива и кольцообразное обрамление его батским вулканогенно-

осадочным комплексом с лапиллями магнетит-гематитов в туффитах, подчеркивают единство их формирования, связанное с деятельностью Дашкесанского вулканического центра.

ЛИТЕРАТУРА

- БАЙРАМАЛИБЕЙЛИ, Э.Т. 1962. Основные закономерности размещения железорудных месторождений Азербайджана. *Уч.записки Аз.гос.ун-та, сер.геол.-геогр.*, 3.
- КАШКАЙ, М.А. 1965. Петрология и металлогения Дашкесана. Недра. Москва. 81-84, 622-633.
- ПАНАХИ, К.А. 2010. О железистом окатыше из позднеюрского вулканогенного комплекса Гядабейского рудного поля. *Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле*, 3, 55-59.
- ПАФФЕНГОЛЬЦ, К.Н. 1928. Дашкесан и Заглик. *Труды Геол.комитета*, 170.
- СУЛЕЙМАНОВ, С.М., БАЙРАМАЛИБЕЙЛИ, Э.Т. 1955. О магнетитовых туфопесчаниках северо-восточных склонов Малого Кавказа. *Уч.записки Аз. гос. ун-та*, 11.