

Дж. О. МИНАСЯН, А. К. КАРАХАНИЯН, Т. А. СИРУНЯН

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ МАГНИТНЫХ И ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТУФОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Магнитные и палеомагнитные исследования позволили установить термоостаточную природу остаточной намагниченности туфов Армении, вне зависимости от их типа. Отличия магнитных параметров туфов послужили подтверждением того, что разные типы туфов сформировались от исходной массы, имеющей различную температуру. Палеомагнитные данные подтверждают плиоцен-четвертичный возраст туфов Армянской ССР.

Туфы Армянской ССР, развитые в основном в магматической провинции горы Арагац, по текстурным признакам, окраске и составу подразделяются на пять типов. Несмотря на многочисленные работы [1, 2, 3, 4, 5, 6], в которых освещаются различные вопросы геологии туфов, дискуссионными являются вопросы их стратиграфического положения, генезиса, температуры исходной массы, из которой сформировались туфы.

Туфы ереван-ленинаканского типа—крайние фации арктического типа и, как считает В. М. Амарян [1], не случайна приуроченность туфов арктического типа к склонам горы Арагац, а туфов ереван-ленинаканского типа—к его перифериям. По его мнению, кирпично-красные туфы представляют поверхностные фации туфов арктического типа, а пятнистые черно-красные туфы распространены в переходных зонах туфов арктического и ереван-ленинаканского.

В эффузивном комплексе горы Арагац геологи выделяют четыре стратиграфических горизонта туфов, которые отделяются друг от друга лавами, местами аллювиально-делювиальными, озерными, озерно-речными отложениями [3]. Первые два горизонта образовались в верхнеплиоценовое и нижнечетвертичное время, третий—в четвертичное время, а четвертый—в среднечетвертичное.

Спорным является также и вопрос генезиса туфов. По мнению П. И. Лебедева [11], туфы ереван-ленинаканского типа образовались путем уплотнения опавшего с воздуха пеплового материала, а образование арктического туфа происходило в водных бассейнах.

А. Н. Заварицкий [4], К. А. Мкртчян [10], А. Т. Асланян [2] придерживаются той точки зрения, что туфы и туфолавы образовались из богатого газами раскаленного вулканического материала путем непосредственного сваривания между собой обломков минералов, стекла и лав. Эта масса двигалась по депрессиям рельефа как жидкое вещество и остывала как лава.

По их мнению, арктический тип туфов образовался при относительно высоких температурах исходной массы, а ереван-ленинаканский—при относительно низких температурах.

По мнению К. Г. Шириняна [13], формирование пламенных и черных туфов обусловлено почти полным распылением магматического расплава, который выходил на поверхность Земли в виде раскаленного пеплового материала. При образовании розовых туфов частично распыленный магматический расплав соединялся с крупными кусками вязкой лавовой массы благодаря их большой пластичности.

К. И. Карапетян [5] на основании геологических исследований доказывает пгнимбритовое происхождение туфов Армянской ССР, выделяя среди них беспекшиные разновидности туфов.

Несомненный интерес представляет исследование магнитных и палеомагнитных характеристик туфов. Они позволяют получить определенные данные по некоторым вопросам формирования туфов, таким как

их возраст и температура исходной массы, из которых формировались туфы.

Изучены туфы из месторождений у города Артик, районов сел Кети, Капс, Ацик, Ваграмаберд, Бюракан, массива горы Арагац и др. В общей сложности было изучено около 300 образцов. В табл. 1 приведены магнитные характеристики и палеомагнитные направления различных типов туфов.

Таблица 1

Тип	Цвет	Район исследований	К-во образцов	$I_n \cdot 10^1$ а/м	$\chi \cdot 10^3$ СН	Q	Направление I_n			
							D°	δ°	a	K
Артикский	Розовый	г. Артик	79	8.7	2.0	14.0	339	51		
		с. Ари	66	33.0	7.0	15.0	331	49	6	16.7
			10	263	16.0	52.0	357	45		
			5	5.0	5.0	3.0	174	58		
Ереван-Ер-ишканский	Черный	с. с. Кети, Капс, Карнут, Ваграмаберд, Ацик, Джатжур	68	7.3	12.0	2.0	343	59	4	23
			25	33.0	25.0	4.3	339	55		
			3	4.4	4.7	3.0	357	54	6	26.4
			35	47.0	32.0	4.7	355	55		
Бюраканский	Красный	с. с. Иринд, Оганалат, Мастара, Бюракан, Байсыз	17	42.0	24.0	6.0	350	58	18	30
			5	180	14.0	42.0	5	54		

Диагностика ферромагнитных минералов

Состав ферромагнитной фракции туфов, ответственной за остаточную намагниченность, определен термомагнитным анализом по кривым $I_{rs}(t)$. Анализ этих кривых показал, что вне зависимости от типа туфов, они в основном имеют одинаковый ферромагнитный состав.

На рис. 1, а представлены характерные кривые $I_{rs}(t)$ туфов. Кривые $I_{rs}(t)$ первого и второго нагрева находятся вблизи друг от друга и отбивают точку Кюри магнетита в пределах 560—580°C. Отношение $I_{rs}/I_{r,0}$ близко к единице.

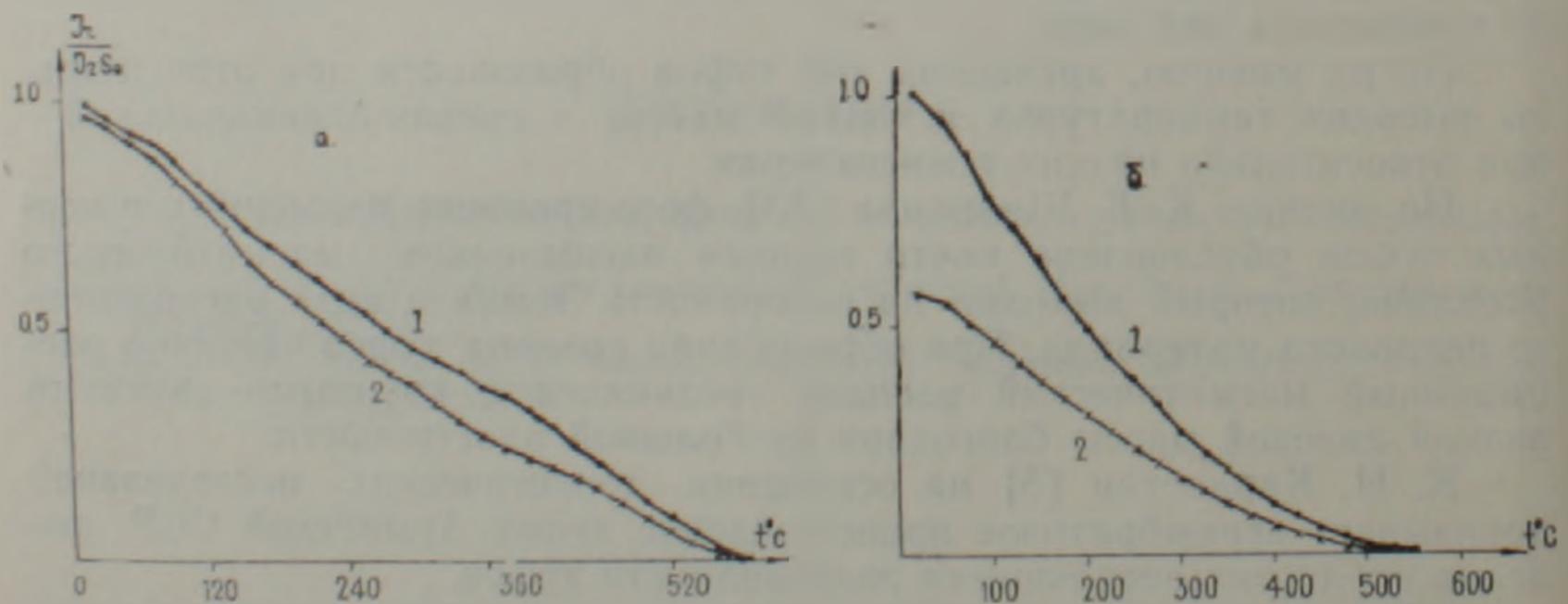


Рис. 1. Характерные кривые термомагнитного анализа туфов: а—магнетитсодержащие, б—магнетитсодержащие. 1—первый нагрев; 2—повторный нагрев.

На кривых $I_{rs}(t)$ туфов ленинаканского типа отмечается слабый перегиб в пределах $320-340^\circ$. По всей вероятности, в этих туфах содержится незначительное количество титаномагнетита.

Лишь в туфах бюраканского типа (красные туфы) кроме образцов, содержащих только магнетит, выявлены и маггемитсодержащие. На рис. 1, б дана характерная кривая $I_{rs}(t)$ маггемитсодержащих красных туфов. Величина I_{rs} после первого нагрева уменьшается почти в два раза. Маггемит неустойчив и в интервале $250-450^\circ$ С переходит в гематит. Слияние кривых I_{rs} с осью абсцисс в пределах 550° свидетельствует о наличии в них и магнетита.

Коэрцитивные спектры, полученные по кривым нормального намагничивания $I_r(H)$ также подтверждают в основном магнетитовый состав ферромагнитной фракции туфов [8].

Туфы арктического типа. Наибольшими значениями естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости среди всей коллекции туфов характеризуются образцы арктик-туфа. Слабомагнитных образцов среди них практически не оказалось. Только два образца из всей коллекции арктических туфов имеют значения, близкие к $100 \cdot 10^{-3}$ а/м. Ряд образцов имеет довольно высокий уровень намагниченности, достигающий $260 \cdot 10^{-1}$ а/м. Эти образцы характеризуются значениями параметра Q , позволяющими считать их высокостабильными в палеомагнитном отношении. В разрезе туфовых образований арктического типа обнаружены обратномагнитные образцы, которые занимают определенное стратиграфическое положение. Мощность их по вертикали около 1,5 метра. По величине остаточной намагниченности выделены две группы обратномагнитных образцов арктик-туфа. Значение параметра Q для них >1 , что позволяет считать их остаточную намагниченность стабильной, а роль вторичной намагниченности незначительной. Среднее направление этих обратномагнитных туфов сопоставляется с направлением намагниченности андезитов и андезито-базальтов третьей группы антарутского разреза [6]. Можно предположить, что формирование обратномагнитных туфов происходило в «верхах» эпохи обратной полярности геомагнитного поля Матуяма. По геологической шкале это будет соответствовать верхнеплиоцен-нижнечетвертичному времени. Коэффициент $K = I_n / I_{n1}$ лежит в пределах $0,95-1,0$, т. е. эти туфы образовались в устойчивом геомагнитном поле обратной полярности, по величине близкой к современному.

Методом Телье [12] определен вид остаточной намагниченности арктических туфов. На рис. 2, а—представлены кривые Телье этих туфов. Хорошее совпадение кривой терморазмагничивания $I_n(t)$ и лабораторией термоостаточной намагниченности I_{n1} , а также неизменность направления I_n в процессе нагрева до 600° С, говорят о синхронности формирования туфов, остаточной намагниченности и магнитных минералов, ответственных за I_n .

По стабильности I_n и виду кривых Телье образцы арктик-туфа уподобляются с эффузивами первой группы кайнозоя Армении [9].

Туфы ереван-ленинаканского типа. Основную часть изученных туфов этого типа по величине намагниченности можно считать среднемагнитными. Величина их намагниченности равна $7,3 \cdot 10^{-1}$ а/м. Это туфы районов сел Кети, Ваграмаберд, Капс, Карнут. Параметр $Q_{ср}$ для них равен двум. Магнитная восприимчивость $\chi = 18 \cdot 10^{-3}$ СИ. Среди черных туфов выявлены и образцы со значениями параметров, позволяющими считать их магнитными. Для них $I_n = 32 \cdot 10^{-1}$ а/м, $\chi = 20 \cdot 10^{-3}$ СИ и $Q = 5$.

Одинаковые значения магнитной восприимчивости и различие величин остаточной намагниченности среди двух групп черных туфов, по всей вероятности, обусловлены различием температурного режима образования туфов.

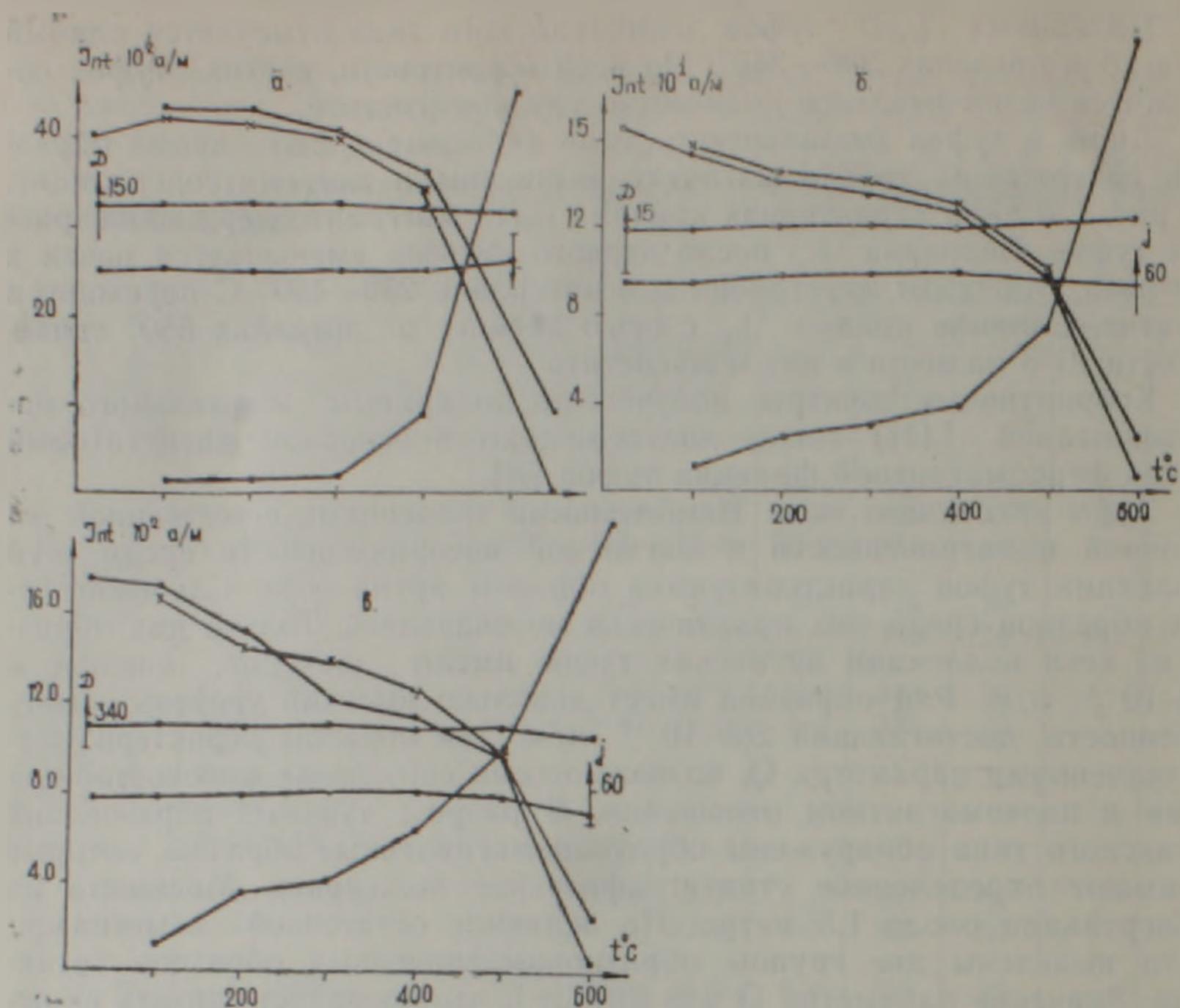


Рис. 2. Кривые последовательных нагревов Телье: а—артик-туф; б—ереван-ленинканский; в—бюраканский.

Для прямонамагниченных туфов $D_{cp} = 337^\circ$ и $J_{cu} = 56^\circ$ при кучности $K = 30$ (разрез у с. Кети), $K = 29$ (с. Ваграмаберд) и $K = 60$ (с. Карнут). Обратномагниченными оказались только четыре образца черных туфов у с. Кети со значениями $I_{ncp} = 84 \cdot 10^{-3} \text{ а/м}$, $\chi_{cp} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ СИ}$ и $Q = 4$. Для них $D_{cp} = 155^\circ$ и $J_{cp} = -40^\circ$ и довольно высокая кучность $K = 51$. Кривые Телье черных туфов рис. 2, б надежны. Небольшой спад величины I_n до 300° связан с титаномагнетитом. При этом направление I_n остается неизменным, т. е. титаномагнетит первичен и как и магнетит является носителем остаточной намагниченности. Анализ кривых Телье черных туфов (их форма, постоянство коэффициента K) подтверждают термоостаточную природу I_n туфов ереван-ленинканского типа. По виду кривых Телье и стабильности I_n черные туфы подобны эффузивам второй группы кайнозоя Армении [9].

Туфы бюраканского типа. Бюраканский тип туфов включает туфы двух цветов—красные и желтые. Основная часть образцов желтых туфов по величине намагниченности, средняя величина которой составляет $47 \cdot 10^{-1} \text{ а/м}$, являются магнитными. Характеризуются они прямой намагниченностью со средним значением направления вектора остаточной намагниченности $D_{cp} = 358^\circ$ и $J_{cp} = 56^\circ$ с высокой кучностью $K = 26,4$. Кривые Телье желтых туфов рис. 2, в свидетельствуют о термоостаточной природе их I_n . Коэффициент $K = I_n / I_n$ для отдельных образцов варьирует от 0,7 до 1,2. По-видимому, в этих туфах магнетитовые зерна являются многодоменными, при нагреве происходят фазовые превращения, что и отражается на параметре K .

Красные туфы характеризуются более высокой величиной намагниченности. Так, максимальная средняя величина намагниченности достигает $180 \cdot 10^{-1} \text{ а/м}$ при более низких значениях магнитной восприимчивости ($\chi = 19 \cdot 10^{-3} \text{ СИ}$) и при колебаниях средних значений параметра Q от 6 до 42.

Эти различия в магнитных свойствах красных туфов связываются с различным составом (как и отмечалось выше) и концентрацией ферромагнитных минералов.

На рис. 3а, б представлены кривые Телье пламенных туфов. Видно, что кривые отличаются степенью надежности. Образцы магнетит-маггемитового состава имеют кривые Телье, характеризующиеся спадом остаточной намагниченности до 250° и вариациями коэффициента от 0,8 до 1,4. В то же время магнетитсодержащие туфы характеризуются кривыми Телье большей надежности. Коэффициент K для них лежит около 1.

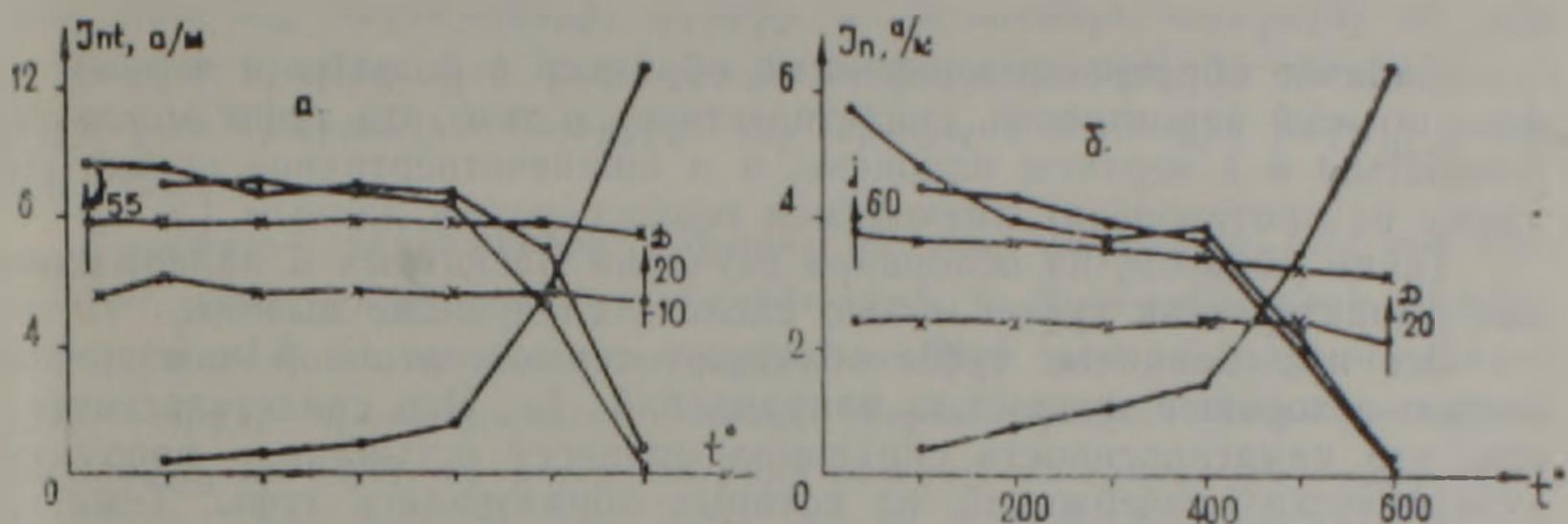


Рис. 3. Кривые последовательных нагревов Телье пламенных туфов а—магнетитсодержащих; б—маггемитсодержащих.

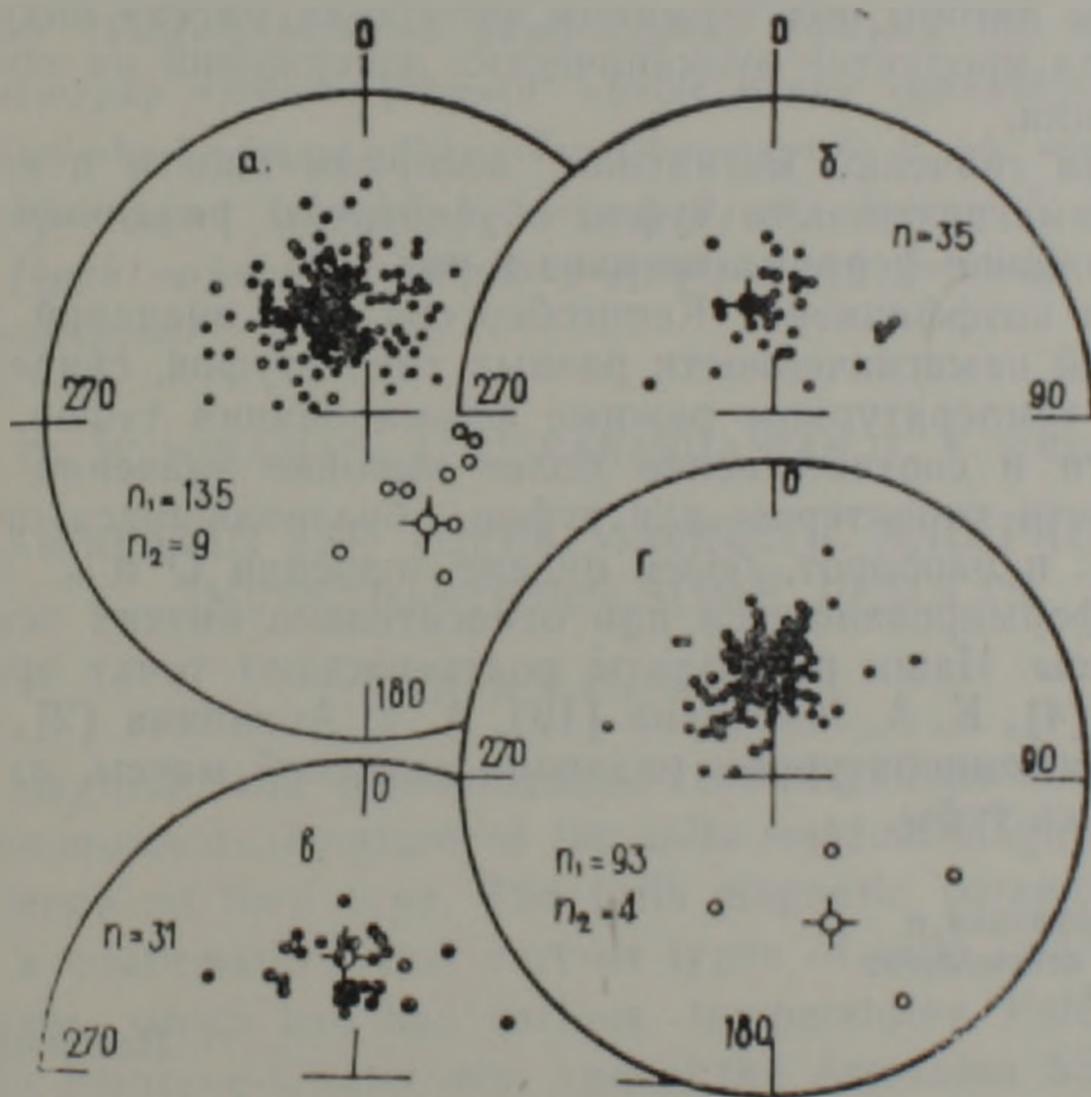


Рис. 4. Стереогаммы распределения I_n туфов Армении: а—артик-туф; б—красные туфы; в—желтые туфы; г—черные туфы.

Красные туфы бюраканского типа прямонамагничены. Кучность распределения векторов K для них равна 30.

В таблице 2 приведены координаты палеомагнитных полюсов, определенные по направлениям I_n (стереогаммы на рис. 4) разных типов туфов.

Сопоставляя данные таблицы 2 с координатами палеополюсов верхнего плиоцен-четвертичного возраста по эффузивам [9] можно отметить их хорошую сходимость, т. е. палеомагнитные данные подтверждают плиоцен-четвертичный возраст туфов Армянской ССР.

Тип	Цвет	К-во об-ов	Направление I_n		Палеомагнитный полюс			
			D_{cp}	J_{cp}	Φ_p	λ_p	Θ_1	Θ_2
Арктикский	Розовый	155	343	48	72	280	8	5
		11	167	-56	-79	287	26	19
Ереван-дзелинаканский	Черный	93	341	57	75	314	6	4
		4	155	-39	-62	167		
Бюраканский	Желтый	38	356	55	84	257	8	6
	Красный	22	357	56	85	253	25	19

Наличие обратнонамагниченных образцов в розовых и черных туфах, по всей вероятности, свидетельствует о том, что туфы могли образоваться и в верхнем плиоцене, и в нижнечетвертичное время. Это также не противоречит имеющимся геологическим данным [2, 3].

Таким образом, на основании изучения магнитных и палеомагнитных характеристик туфов можно сделать следующие выводы.

Все исследованные туфы обладают термоостаточной намагниченностью с хорошей кучностью направлений I_n . Это свидетельствует о том, что намагниченность синхронна процессу остывания продуктов вулканических извержений, из которых образовались туфы. Температура образования их превышает точку Кюри магнетита ($550-600^\circ\text{C}$) — основного ферромагнетита в туфах и носителя I_n . Отличие магнитных характеристик разных типов туфов свидетельствует о температурном различии исходной массы, из которой сформировались туфы. В данном случае авторы под термином «исходная масса» подразумевают момент выхода продуктов вулканических извержений на поверхность и его литификации.

Колебания значений магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности туфов обусловлены различием количественного содержания ферромагнетиков в них.

Вариации коэффициента Кенигсбергера Q и значений естественной остаточной намагниченности разных типов туфов, свидетельствуют о различном температурном режиме формирования туфов. Значения больше десяти и соответственно более высокие значения остаточной намагниченности характерны для туфов, образовавшихся при высоких температурах, и наоборот, более низкие значения Q и I_n характерны для туфов, сформированных при относительно низких температурах исходной массы. Наши результаты подтверждают точку зрения А. Н. Заварицкого [4], К. А. Мкртчяна [10], А. Т. Асланяна [2], К. С. Шириняна [13] о температурном различии исходной массы, из которой и сформировались туфы.

Институт геофизики и
инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 15.IX.1988

Ջ. Ջ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ա. Կ. ԿԱՐԱԿԱՆՅԱՆ, Թ. Ա. ՍԻՐՈՒՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԽՍՀ ՏՈՒՑԵՐԻ ՄԱԳՆԵՏԱԿԱՆ ԵՎ ՀՆԱՄԱԳՆԵՍԱԿԱՆ
ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. լ. մ.

Ինչպես հայտնի է, Հայկական ԽՍՀ տուֆերի գոյացման, նրանց շերտագրական դիրքի որոշ հարցեր, շնայած դրանց երկրաբանությունը նվիրված բավականին մեծ թվով աշխատանքների, մնում են վիճելի:

Այս տեսակետից որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում տուֆերի մագնիսական և հնամագնիսական ուսումնասիրությունները, որոնց նվիրված աշխատանքները դեռևս փոքրաթիվ են:

Տուֆերի գոյացման վերաբերյալ եղած կարծիքները տարբեր են: Հստ որոշ հետազոտողների, երևան-յենինականյան տիպի տուֆերն առաջացել են օդից թափված մոխրային նյութերի խտացման հետևանքով, իսկ արթիկ-տուֆր առաջացել է ջրավազաններում: Այլ հետազոտողներ գրտնում են, որ տուֆերն առաջացել են գազերով հարուստ, շիկացած հրաբխային նյութից, որը հեղուկի շարժունակություն է ունեցել և սառել է լավայի պես: Հստ այլ հեղինակների, կարմիր և սև տուֆերն առաջացել են լրիվ փոշիացած նյութից, իսկ վարդագույն տուֆերը գոյացել են մասնակիորեն փոշիացած հրաբխային հալոցքից, որը միացել է մածուցիկ լավայի խոշոր բեկորների հետ:

Հողվածում հեղինակները ջանացել են տալ Հայկական ԽՍՀ-ում տարածված երեք տիպի տուֆերի մագնիսական և հնամագնիսական բնութագրերը, փորձել են դրանք օգտագործել տուֆերի գոյացման շերտագրական որոշ հարցեր պարզաբանելու համար: Փորձարարական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ բոլոր տուֆերի բնական մնացորդային մագնիսականությունն ունի ջերմամնացորդային բնույթ: Երկաթամագնիսական բաղադրամասի միևնույն կազմը և տարբեր մագնիսական հատկությունները վկայում են տուֆերի սկզբնական նյութի տարբեր ջերմաստիճանների և առաջացման տարբեր վիճակների մասին:

Տուֆերի հնամագնիսական բնութագրերը վկայում են, որ նրանք առաջացել են տարբեր ժամանակներում՝ սկսած վերին պլիոցենից մինչև շորրորդականի ժամանակահատվածներում: Վարդագույն և սև տուֆերում հակադարձ մագնիսացված նմուշների առկայությունը կարող է ապացույց հանդիսանալ վերին պլիոցեն—ստորին շորրորդականի հասակի տուֆերի գոյության վերաբերյալ:

DJ. H. MINASIAN, A. K. KARAKHIANIAN, T. A. SIRUNIAN

ON THE ARMENIAN SSR TUFFS MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC INVESTIGATIONS SOME RESULTS

A b s t r a c t

The magnetic and paleomagnetic investigations allowed to establish the thermoresidual nature of the tuffs residual magnetization without an dependence on their type. The tuffs magnetic parameters differences served as a confirmation, that various types of tuffs were formed from initial masses, which had had various temperatures. Paleomagnetic data confirm the Pliocene-Quaternary age of the Armenian SSR tuffs.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амарян В. М. Новые данные по стратиграфии туфо-туфолов Арагацской вулканической области.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1962, том XV, № 3.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958. 427 с.
3. Геология СССР. Том XLIII Армянская ССР. Геологическое описание. Москва: Изд. Недра, 1970, 463 с.
4. Заварицкий А. И. Игнимбриты Армении.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 3.
5. Карпетян К. И. Об игнимбритовой природе артик-туфа («туфоловы артиксского типа») —Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 5, с. 38—44.
6. Карпетян К. И., Солодовников Г. И. Новые данные о возрасте и стратиграфии

- игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 2, с. 24—30.
7. Месропян А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и географ. наук, 1951, № 4.
 8. Минасян Дж. О.—Ферромагнитные фазы и компоненты естественной остаточной намагниченности некоторых эффузивных пород Армении.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1976, с. 90—95.
 9. Минасян Дж. О., Караханян А. К. Геомагнитное поле в Армении в кайнозое. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986. 169 с.
 10. Мкртчян К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1954, № 5.
 11. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагец.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 6.
 12. Тельс Е., Тельс О. Об интенсивности геомагнитного поля Земли в историческом и геологическом прошлом.—Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959, № 9, с. 12—26.
 13. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1956.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 54—55

УДК: 550.846.3

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. В. ШАГИНЯН, Ц. О. ЭКСУЗЯН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛЕ РАСТЕНИЙ ПО СПЕКТРАЛЬНОМУ И ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗАМ

В ряду геохимических методов поисков роль биогеохимии в целом и фитогеохимии, в частности, достаточно хорошо изучена. При этом основным аналитическим методом определения искомых компонентов в золе растений является спектрография. Известны также метод по водным и кислотным вытяжкам элементов из зеленых тканей растений (В. З. Рубейкин), метод по соку растений (Э. А. Кюрегян, Р. А. Бурнутян), но они, к сожалению, не нашли широкого применения при постановке фитогеохимических поисков.

В данном сообщении приводятся результаты, полученные еще одним методом изучения химического состава растений—водной вытяжкой элементов из золы растений. Основная ценность этого метода заключается в том, что получается информация по одному и тому же объекту исследования (зола) двумя методами—спектральным и гидрохимическим анализами—параллельно. Это особенно важно при выявлении элементов в содержаниях, находящихся ниже или на пределе чувствительности спектрального анализа при использовании спектрографов ИСП-28 и ДФС-13.

Исследования проводились по озолненным пробам, отобранным в бассейне верхнего течения р. Сиснан.

Методика проведения анализа такова: изготавливается водная вытяжка (вода дистиллированная) из золы растений в соотношении 1:20 (1—зола, 20—вода), в которой, после 10-минутного взбалтывания колориметрическим методом определяются искомые компоненты. В данном случае как соотношение, так и время взбалтывания обусловлены малой навеской золы (от 0,14 до 4,02 г) и, следовательно, эти параметры могут являться не оптимальными.

Исходя из металлогенических особенностей района, основное внимание было уделено цинку, мышьяку и молибдену. Эпизодически определялось золото и в двух пробах—марганец. Все эти элементы составляют эндогенную рудную формацию в данном районе.

Результаты исследований обобщены в табл. 1.