

## ПЕТРОМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОД СЕВАНО-ШИРАКСКОГО СИНКЛИНОРИЯ И МАССИВА ГОРЫ АРАГАЦ

© 2002 г. А.К. Караханян, Дж. О. Минасян, А.А. Варданян

Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА  
377515 Гюмри, Вазгена Саргсяна, 5, Республика Армения  
E-mail: iges@shirak.am,  
Поступила в редакцию 18.11.1998 г.

В статье приведены результаты лабораторных исследований магнитных ( $I_n, \chi$ ) и петромагнитных ( $I_n, I_s, H_{ст}, T$ ) параметров разнотипных пород Севано-Ширакского синклинория и массива горы Арагац, что дало возможность изученные породы подразделить на определенные группы по составу ферромагнитной фракции и величине  $I_n, \chi$ . Эти результаты в дальнейшем могут служить основой петромагнитных и палеомагнитных карт.

Для разработки концепции условий возникновения и распространения многих месторождений, помимо геологических и геохимических данных, определенное значение приобретают петромагнитные (петрофизические) исследования пород данной территории. Поэтому при геолого-геофизических исследованиях первоочередное значение приобретают вопросы расчленения, картирования и корреляции осадочных, эффузивных и интрузивных образований, определение возраста и генезиса этих пород.

В настоящее время петромагнитные данные находят применение в стратиграфии, геодинамических реконструкциях, палеогеохимических построениях, палеоклиматологии и др. [2,5,6].

С этой точки зрения составление детальных петромагнитных разрезов отдельных формаций, петромагнитное и палеомагнитное картирование отдельных районов, в последующем и для всей

территории Армении, имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение.

Объектами исследований послужили геологические формации Севано-Ширакского синклинория, где наиболее проявлен вулканизм палеогена и массива горы Арагац, который сложен неоген-четвертичными вулканическими породами. С этими районами связаны многие месторождения полезных ископаемых, медных и полиметаллических руд и многие строительные материалы.

В статье приводятся результаты исследований магнитных, петромагнитных и палеомагнитных характеристик более 100 разрезов вышеуказанных районов, которые пересекают почти все возрастные подразделения (от юры до плейстоцена) и все типы пород, распространенных в этих районах.

Геологической основой исследований авторов послужили работы А.Т. Асланяна, В.М. Ама-

Таблица 1

Тип пород, возраст	Количество образцов	Намагниченность ( $I_n, 10^4 \text{ сгс}$ )					
		Магнитная восприимчивость ( $\chi, 10^{-4} \text{ сгс}$ )					
		$\bar{\chi}$	S	V	$M_0$	c	$c/\sigma_c$
Песчаник, порфирит, андезитовые лавы ( $P_1^1$ )	11	3,3-14,2	0,4-0,5	0,12-0,34	3,4-7,6	5-13	0,6-1,2
		12,6-19,4	3,7-8,5	0,04-0,36	10,3-18,5	5-38	0,2-1,8
Туфоген, порфирит ( $P_2^1$ )	68	1,2-10,2	0,16-1,07	0,09-0,21	1,28-10,2	5-21	0,4-1,3
		1,9-13,0	1,0-6,8	0,05-0,52	2,1-12,7	8-45	0,7-2,6
Песчаник, эффузивы ( $P_2^2$ )	22	1,9-7,7	0,55-1,46	0,19-0,29	2,1-8,0	2-21	0,1-1,2
		8,7-9,6	3,5-6,7	0,4-0,73	8,1-10,1	5-22	0,3-1,2
Песчаник ( $P_3^1-P_3^2$ )	16	0,76	0,14	0,18	0,58	5	0,5
		1,5	1,8	1,2	0,3	24	2,3
Андезитобазальт ( $N_1^1$ )	22	23,5-50,5	3,4-4,9	0,05-0,14	34,5-47,6	2-24	0,1-1,5
		6,4-24,0	1,8-2,3	0,09-0,35	4,6-25,5	2-10	0,1-0,6
Андезитобазальт ( $N_2^1$ )	19	24,9-53	3,2-4,2	0,08-0,13	25,2-52,4	5-8	0,4-0,6
		5,3-5,6	0,7-0,19	0,11-0,14	4,7-6,8	2,0-2,7	0,1-3
Андезит, андезитодацит, андезитобазальт ( $Q_2$ )	76	12,2-25,4	1-11,9	0,01-0,16	10,7-2,54	4-24	0,3-1,5
		5,8-19,2	1,3-7,0	0,11-0,5	5,2-29,3	4-35	0,3-1,8

(На первой строке значения  $I_n$ , на второй – значения  $\chi$ )

ряна и О. А. Саркисяна [1,3,7].

В табл.1 приведены результаты статистического анализа параметров: среднее арифметическое —  $\bar{x}$ , среднеквадратическое отклонение —  $s$ , коэффициент вариации —  $v$ , мода —  $M_0$ , эксцесс распределения —  $e$ .

Были вычислены:

Значения статистических параметров свидетельствуют о широком пределе вариаций магнитных параметров. Уровень намагниченности однотипных пород различен, что может быть обусловлено различным температурным режимом их образования, различной концентрацией и составом ферромагнитных минералов, а также вариациями ферромагнитного состава.

Известно, что температура природных геологических процессов — один из существенных факторов, от которых зависит ферромагнитный состав горной породы. Нижний предел температуры образования породы — это та температура, при которой намагничиваются ферромагнитные минералы. Эта температура (точка Кюри  $T_c$ ) и является основной характеристикой, отражающей состав ферромагнитной фракции.

Точка Кюри  $T_c$  для эффузивных пород была определена по кривым  $I_n(t)$  и  $I_s(t)$  (рис.1).

Результаты термомагнитного анализа дополнены кривыми коэрцитивных спектров  $I_n(H)$ , а

также рентгенофазовым анализом и микроскопическими исследованиями шлифов и аншлифов для разнотипных пород (анализы проведены в ИГН НАН РА). На рис.1 изображены характерные кривые  $I_n(t)$ ,  $I_s(t)$ ,  $I_n(H)$ , и КС по  $I_n(H)$  для разновозрастных и разнотипных пород. В результате этих исследований определены точки Кюри  $T_c$ , которые приведены в табл. 2.

В результате анализа данных лабораторных исследований изученные породы подразделены на три магнитных типа:

I тип — Кривые повторного и первичного нагревов как для  $I_n(t)$ , так и для  $I_s(t)$  близки. Слияние кривых с осью абсцисс в интервале 525-580°C, а также форма кривых  $I_s(t)$  показывают, что основным носителем намагниченности является магнетит. Это подтверждается также коэрцитивными спектрами  $I_n(H)$ . На этих кривых  $\max I_n(H)$  расположен в интервале 250-500 э. Минералогический анализ и результаты исследований шлифов и аншлифов позволили выделить зернистые, магматические магнетиты и титаномагнетиты с размерами зерен ~ 0,01-0,5 мм. Выделены также субмикроскопические вторичные по отношению к первой группе ферромагнетиков титаномагнетиты с размерами зерен до 0,2 мм. Магнитная фракция составляет ~ 85-90% от общей массы.

Таблица 2

Возраст	Количество образцов	Порода	Состав ферромагнитной фракции	Точка Кюри ( $T_c^0$ )	Полярность
Q <sub>2</sub>	16	Дациты, туфы	Магнетит, гематит	550-575 600-640	N
Q <sub>1+2</sub>	8	Андезито-дациты	Магнетит, титаномагнетит	550-575 -275	NR
N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	7	Долеритовые базальты, андезито-дациты	Магнетит,	550-575	NR
	5		магнетит-титаномагнетит	550-575 220-250	
P <sub>3</sub>	5	Андезиты, липариты	Магнетит,	525-580	NR
	3		магнетит-титаномагнетит	550-575	
	4			-250	
P <sub>2</sub> <sup>3</sup>	4	Андезит, порфирит	Магнетит-маггемит	525-550	NR
	4			200-250	
	3		магнетит-титаномагнетит	525-575 550-575	
P <sub>2</sub> <sup>2</sup>	5	Порфириты, туфогенные породы	Магнетит-титаномагнетит	550-575	N
	6		магнетит-маггемит	200-250	
	5			-200	
P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	2	Андезиты	Магнетит, титаномагнетит	550-575	N
K <sub>2</sub>	3	Порфириты	Титаномагнетит	525-550	NR
			магнетит	550-560	
			маггемит	250-300	
J <sub>3</sub>	2	Порфириты	Магнетит маггемит	550-570 300-350	NR
J <sub>2</sub>	4	Песчаник, порфирит	Магнетит	550-575	NR
			титаномагнетит	525-550	
			маггемит	200-300	

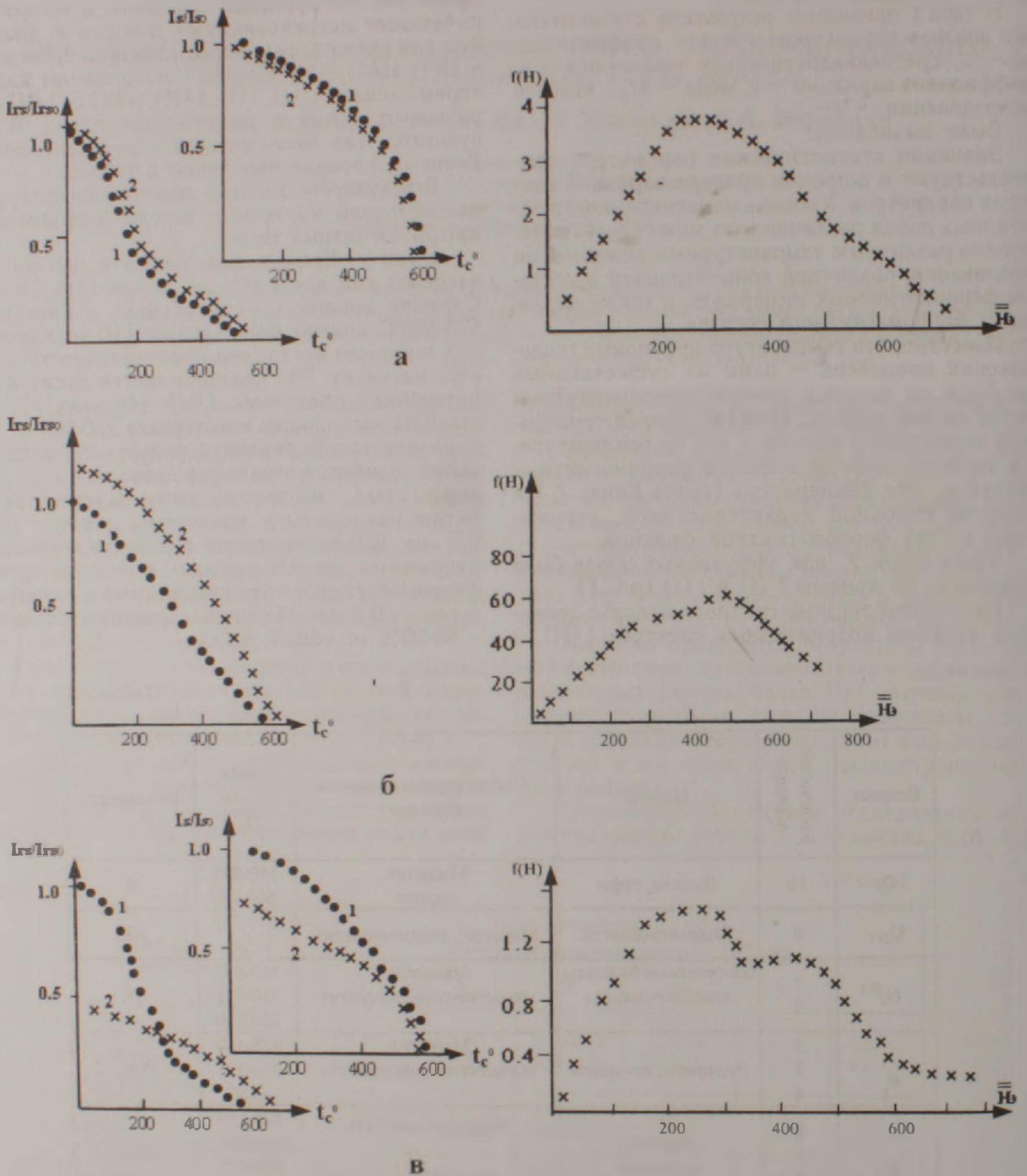


Рис. 1 Кривые термомагнитного анализа и коэрцитивных спектров изученных пород а - I группа, б - II группа, в - III группа 1 - первичный нагрев, 2 - вторичный нагрев

II тип - Анализ кривых  $I_r(t)$  позволяет считать, что носителем  $I_r$  являются магнетит и маггемит. На кривых первого нагрева отмечается перегиб в области температур 250-300°C, который на повторной кривой не сохраняется. По всей вероятности, присутствует титаномаггемит, легко разрушающийся при нагреве до 300°C. Коэрцитивный спектр по  $I_r(H)$  имеет  $\max I(H)$  в полях 200-300 э. Изучение аншлифов позволило выделить рудные минералы, представленные зернами титаномагнетита размерами ~ 0,01-0,05 мм, в количестве до 10% от общей массы.

III тип - На первичных кривых  $I_r(t)$  наблюдается перегиб в области температур 200-250°C, который исчезает при повторном нагреве. По всей вероятности, маггемит окисляется до гематита. Точка Кюри фиксируется в пределах 550-575°C. Наличие маггемита в этих породах отмечается и на кривых  $I_r(t)$ . Максимум  $I(H)$  расположен в полях порядка 100-200 э. По минералогическим исследованиям выделены мелкозернистый титаномаггемит и магнетит с размерами зерен - 0,01-0,1 мм.

Анализ результатов лабораторных исследо-

ваний показал, что первый магнитный тип характерен для эффузивов и туфов четвертичного периода. Эффузивы палеогена и неогена имеют ферромагнитный состав второго магнитного типа. Третий магнитный тип характерен для вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород юры и мела, а также некоторых вулканогенных пород палеогена.

Таким разнообразным химическим и фазовым составом ферромагнитной фракции, а также различным температурным режимом образования пород и обусловлены вариации величин магнитных параметров изученных пород.

В таблицах 3 и 4 приведены средние значения магнитных параметров пород Севано-Ширакского синклинория и массива горы Арагац.

Таблица 3

Возраст	Район исследований	Породы	Количество образцов	Полярность	$J_n \cdot 10^6 \text{ сгс}$	$\chi \cdot 10^6 \text{ сгс}$	Q	$D^0$	$J^p$
$J_1$	Иджеванский район	Порфирит	4	N	660	1930	1,1	329	42
$J_2$	Иджеванский, Шамшадинский, Ноемберянский	Порфирит, туфопесчаник, туффит, дацит	77	NR	340	690	1,3	25	53
			17	NR	18270	900	51,0		
$J_3$	Иджеванский, Шамшадинский, Ноемберянский	Порфирит, туфопесчаник, туффит, дацит	66	NR	870	1040	1,7	14	26
			4		13270	1880	17,7		
$J_3 - K_1$	с.с. Наур, Кохб	Гранодиорит, плагиогранит	19	N	520	1930	0,6	20	43
$J_3 - K_2$	с. Керпилу	Габбро-диабаз, габбро-диорит	9	N	850	2170	1,0	4	22
$K_2$	Иджеванский, Шамшадинский	Порфирит, туфобрекчия, туфопесчаник	64	N	1590	2010	2,0	23	54
			52		13250	2870	11,5		
$K_2 d - P$	с.с. Овуни, Лусахбюр	Известняк, мергели	27	NR	20	50	0,5	347	49
$P_2^1$	с.с. Спитак, Лусахбюр, Волчьи ворота, Спитакский перевал	Известняк, туфопесчаник, порфирит, аргиллит	60	N	70	260	0,7	337	49
			43		1240	1260	2,5		
$P_2^2$	с.с. Сариар, Овуни, Чигдамал	Туфогенные породы, порфирит	145	N	670	910	1,8	344	53
			230		2360	1150	5,1		
$P_2^{2-3}$	с.с. Арманис, Шахназар	Песчаник, гравелит, конгломерат, туф, порфирит	20	NR	220	450	1,3	17	53
			17		670	390	4,3		
$P_2^3$	с.с. Чигдамал, Бзовдал, Шоржа, Меградзор	Туфопесчаник, андезит, грахиандезит, порфирит	13	NR	840	1450	1,4	38	58
			74		1800	790	5,6		
$P_2^3 - P_3$	с. Гергер	Липарит	10	N	480	1780	0,7	30	40
$P_3$	Гора Медвежья	Андезитовые лавы	16	R	1960	2040	2,4	201	-59
$N_1 - N_2$	с.с. Артагюх, Лусахбюр, оз. Арпалич	Андезит, туфобрекчия, конгломерат, глина	8	NR	2550	2100	3,0	360	46
			8		120	230	1,4		
$N_2^{1-2}$	с.с. Лусахбюр, Кошаванк, Дзорагюх, Саракан, Макаридзор	Андезито-базальт, андезито-дацит, глина	39	NR	2200	1050	5,0	342	58
			4		410	1570	0,7		

Можно выделить следующие три группы пород Севано-Ширакского синклинория:

1) известняки, мергели, глины, песчаники, аргиллиты, величины  $J_n$  и  $\chi$  которых варьируют соответственно в пределах от 20 до  $500 \cdot 10^6 \text{ сгс}$  и от 50 до  $1780 \cdot 10^6 \text{ сгс}$ ;

2) для порфиритов, гранодиоритов, плагиогранитов пределы изменения  $J_n$  и  $\chi$  составляют от 500 до  $1000 \cdot 10^6 \text{ сгс}$  и от 900 до  $2170 \cdot 10^6 \text{ сгс}$ ;

3) для туфопесчаников, андезитов, андезито-дацитов, туфобрекчий и некоторых порфиритов предел изменения величин  $J_n$  составляет от 1000

до  $2500 \cdot 10^6$  сгс, а для  $\chi$  – от 790 до  $2040 \cdot 10^6$  сгс. В этой группе встречаются единичные породы

с высокими значениями  $I_n$ , достигающими  $20000 \cdot 10^6$  сгс.

Таблица 4

Возраст	Район исследований	Породы	Количество образцов	Полярность	$I_n \cdot 10^5$ сгс	$\chi \cdot 10^5$ сгс	Q	D <sup>0</sup>	j <sup>0</sup>
N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	с.с. Б.Майгаш, Байсыз, Лернарот, Ампур, Дали-чай	Долеритовые, андезитовые базальты	205 40	NR	302 2960	96 125	7,9 59,0	350	50
Q <sub>1</sub>	с.с. Байсыз, ущ.р. Ампур, Гора Черный Зиарат	Долеритовые базальты, андезито-дациты	48 15	NR	235 6220	82 207	7,1 75,0	340	42
Q <sub>2</sub>	с.с. Норашен, Манташ, Дастакерт	Долеритовые базальты, андезито-дациты	196 42	N	332 2180	101 116	8,3 47,0	357	55
Q <sub>3</sub>	с.с. Манташ, Норашен, Сараландж	Андезитовые дациты, дациты, андезито-базальты	34 8	N	340 4900	210 220	4,1 50,0	46	49
Q	с.с. Мастара, Калс, Апаран, Артик, Талин, Кармракар, Бюракан	Туфы розовые, черные, пламенные, желтые	175 12	NR	172 2280	56 89	7,8 71,0	349	53

В породах массива горы Арагац по намагнитченности выделяются две основные группы:

1) величины  $I_n$  и  $\chi$  варьируют в пределах от  $1720$  до  $3400 \cdot 10^6$  сгс и от  $560$  до  $2100 \cdot 10^6$  сгс;

2) пределы изменения величин  $I_n$  и  $\chi$  соответственно следующие: от  $21800$  до  $62200 \cdot 10^6$  сгс и от  $890$  до  $2200 \cdot 10^6$  сгс.

Обе группы представлены долеритовыми базальтами, андезито-дацитами, андезито-базальтами и разнотипными туфами.

Таким образом, в результате лабораторных исследований и статистического анализа магнитных параметров обнаружено большое разнообра-

зие магнитных характеристик и фазового состава ферромагнитной фракции изученных пород. По магнитности эти породы можно подразделить на следующие типы:

1) слабомагнитные – известняки, песчаники, глины, конгломераты, гравелиты;

2) сравнительно сильномагнитные – гранодиориты, габбро-диориты, плагиограниты, липариты, туфобрекчии, туфопесчаники;

3) сильномагнитные – долеритовые базальты, андезитовые и дацитовые лавы, туфы, порфириты.

Полученные результаты могут служить основой петромагнитных и палеомагнитных карт Севано-Ширакского синклинория и массива горы Арагац.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амарян В.М. Стратиграфическая схема неогеновых и четвертичных вулканических образований района горы Арагац. ДАН АрмССР, 1963, том 36, N5, с.293-297.
2. Алоян П.Г., Ишханян А.Р. Петрофизическая неоднородность магматических образований Вирайотского (Сомхетского) сегмента Малого Кавказа и возможные геодинамические последствия. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, N 1-2, с.25-30.
3. Геология СССР, том XLIII, Армянская ССР, М.: Недра, 1970, 213 с.
4. Караханян А.К., Минасян Дж.О., Варданян А.А. О некоторых особенностях ферромагнитного состава вулканогенных пород Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, N3, с.66-69.
5. Молостовский Э.А. Петромагнетизм осадочных пород и возможности его геологической интерпретации. В кн.: Палеомагнетизм и магнетизм горных пород, М., 1997, с.61-62.
6. Печерский Д.М., Шолпо Л.Е. Магнетизм горных пород и решение геологических задач. В кн.: «Современное состояние исследований в области геомагнетизма», М.: Изд. АН СССР, 1984, с.192-205.
7. Саркисян О.А. Палеоген Севано-Ширакского синклинория. Ереван, 1996, 170 с.
8. Шарапов И.П. Применение математической статистики в геологии. М.: Недра, 1965.

**ՍԵՎԱՆ – ՇԻՐԱԿ ԳՈԳԱԾԱԼ-ՔԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ԱՐԱԳԱԾԻ ԼԵՌՆԱԶԱՆԳՎԱԾԻ  
ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ**

**Ա. Կ. Կարախանյան, Ջ. Հ. Մինասյան, Ա. Ա. Վարդանյան**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

Հայաստանի տարածքի երկրաբանական – երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների մեջ որոշակի կարևորություն ունեն ապարների պետրոմագնիսական, հնեամագնիսական ուսումնասիրությունները:

Հոդվածում բերվում են Սևան – Շիրակ գոգածալքավորման և Արագածի լեռնազանգվածի նստվածքային, հրաբխածին – նստվածքային, հրաբխածին ապարների պետրոմագնիսական և հնեամագնիսական պարամետրերի լաբորատոր ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Ուսումնասիրված ապարները ստորաբաժանվել են երեք մագնիսական տիպերի ըստ ֆերրոմագնիսական ֆրակցիայի կազմի և երեք խմբերի ըստ ընդհանուր մագնիսականության ( $I_n$ ) մագնիսական զգայունակության ( $\chi$ ) արժեքների:

Ստացված արդյունքները հիմք են հանդիսանալու (երկրաբանական – երկրաֆիզիկական տվյալների հետ համակցված) պետրոմագնիսական և հնեամագնիսական քարտեզների կազմման համար:

**PETROMAGNETIC CHARACTERISTICS OF ROCKS COMPOSING THE  
SEVAN-SHIRAK SYNCLINORIUM AND THE ARAGATS MOUNTAIN MASSIF**

**A. K. Karakhanian, J. O. Minasian, H. A. Vardanian**

**Abstract**

Petromagnetic and paleomagnetic studies of rocks are important for geologic and geophysical investigation of the territory of Armenia. The article presents the results of a complex laboratory study of petromagnetic and paleomagnetic parameters of sedimentary, volcanic and sedimentary, and effusive rocks in the Sevan-Shirak synclinorium and in the Aragats mountain massif.

The studied rocks are subdivided into 3 magnetic types by the ferromagnetic fraction composition, and into 3 types by total magnetization ( $I_n$ ) and magnetic sensitivity ( $c$ ) values.

The obtained results (added with geologic and geophysical information) will serve a basis for preparation of paleomagnetic and petromagnetic maps.