

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД АБШЕРОНСКОГО ЯРУСА РАЗРЕЗОВ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Т.Д.Гараева

Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана

AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 119

E-mail: www.gia@.azdata.net

В статье приводятся результаты комплексных экспериментальных исследований пород абшеронского яруса разрезов рек Гейчай и Турианчай южного склона Большого Кавказа. Магнитные чистки образцов пород абшеронского яруса позволили выявить стабильную компоненту естественной остаточной намагниченности I_n . По магнито-минералогическим исследованиям определены точки Кюри и выявлено, что носителями естественной остаточной намагниченности в исследованных породах являются гидроокислы железа, магнетит и гематит. Составлены магнито-стратиграфические разрезы исследованных пород абшеронского яруса. Проведена корреляция сводных разрезов абшеронского яруса южного склона Большого Кавказа с разрезами Западного Азербайджана.

Введение

Для уверенных палеомагнитных построений прежде всего необходимо установить природу естественной остаточной намагниченности I_n исследуемых пород, доказать первичность выделенной компоненты I_n^0 и определить минералы, ответственные за I_n .

Все лабораторные методы направлены на определение первичной намагниченности I_n^0 , которую приобретает порода в момент ее формирования. Когда намагниченность I_n^0 устойчива к различным видам лабораторных воздействий (времени, температуре, переменному магнитному полю и т.д.), это еще не значит, что I_n^0 – первичная намагниченность. Это первый этап исследований, когда определяется стабильность I_n^0 по отношению к тем или иным лабораторным воздействиям. Этот этап исследований проводится по лидирующим образцам коллекции, составляющим 7-10% коллекции.

Если лидирующая группа образцов показывает хорошие результаты, то такой режим принимается для чистки всей коллекции.

Методика исследований

Магнито-минералогические исследования проводились по общепринятой в магнетизме горных пород и палеомагнетизме методике (Храмов, Шолпо, 1967; Белоконь и др., 1973; Стейси, 1972).

Безнагревные методы магнитной минералогии включали в себя: размагничивание есте-

ственной остаточной намагниченности в переменных магнитных полях, методы магнитных чисток и переосаждения.

Образцы размагничивались под действием переменного магнитного поля вращением двух взаимно перпендикулярных осей. Размагничивание проводилось до $h=600$ Э. Ошибка в изменении величины $I_n(h)$ не превышает 4-5%. При временной чистке образцы выдерживались 15 дней в положении “in situ” и 45 дней против лабораторного поля.

Термомагнитные исследования осадков включали в себя снятие кривых температурного размагничивания остаточной намагниченности насыщения $I_{rs}(T^0)$ и определение точек Кюри. Относительная ошибка измерений I_{rs} – не более $\pm 3\%$.

Чистка переменным магнитным полем. В основе интерпретации результатов размагничивания пород в переменном магнитном поле существует предположение, что вторичная намагниченность менее стабильна, чем первичная. Она будет исчезать в переменных полях с амплитудой порядка 200Э, а первичная – 600Э и выше.

Для оценки стабильности исследуемых пород по отношению к переменным полям было отобрано около 70 ориентированных образцов, не подвергнутых другим видам магнитных чисток. По характеру кривых размагничивания переменным полем выделяются в основном 2 группы пород.

Для первой группы пород в переменных полях с $h=250$ Э размагничивается половина естественной остаточной намагниченности I_n , а в полях с $h=400-500$ Э сохраняется около 15% пер-

воначальной величины (рис.1). Этот эффект роста магнитной вязкости, по-видимому, связан с проявлениями Fe-содержащих минералов.

Для второй группы кривых анализ зависимости $I_n \sim f(\tilde{h})$ показал, что в переменных магнитных полях с $\tilde{h} = 100\text{Э}$ снимается половина остаточной намагниченности I_n , а в полях с $\tilde{h} = 300\text{Э}$ остается около 25% и меньше.

Термочистка. Методом термической чистки, как известно, можно получить надежные результаты в разделении компонентов естественной остаточной намагниченности. Для экспериментов терморазмагничивания и термочистки было отобрано 55 образцов горных пород, различных как по литологическому составу, так и по полярности I_n . По характеру изменения величины и направления I_n под действием температуры выделяются 2 группы образцов.

Образцы первой группы при температуре 150-175 $^{\circ}\text{C}$ теряют до 50% начальной намагниченности. Стабильная часть I_n наблюдается в интервале температур 300-350 $^{\circ}\text{C}$ (рис.2).

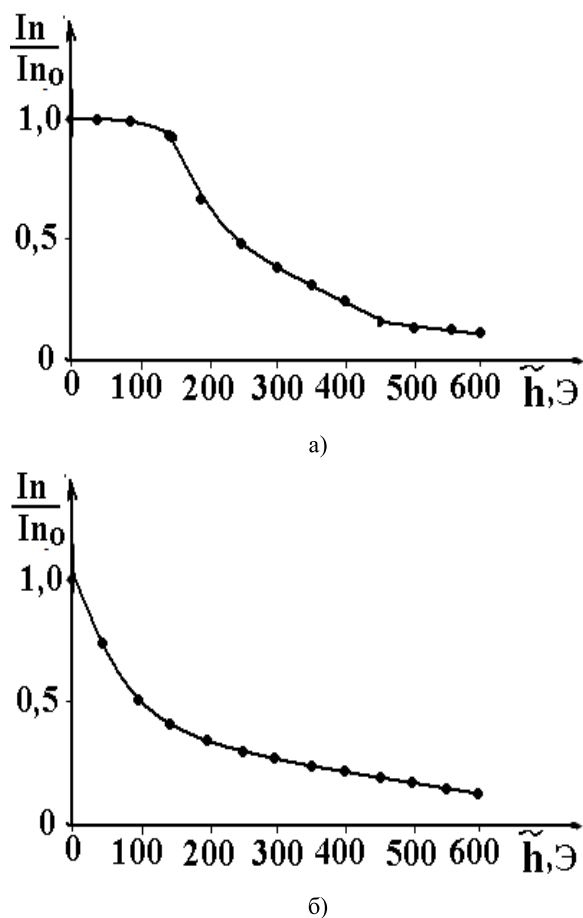


Рис. 1. Характерные кривые размагничивания переменным магнитным полем (а – I группа; б – II группа)

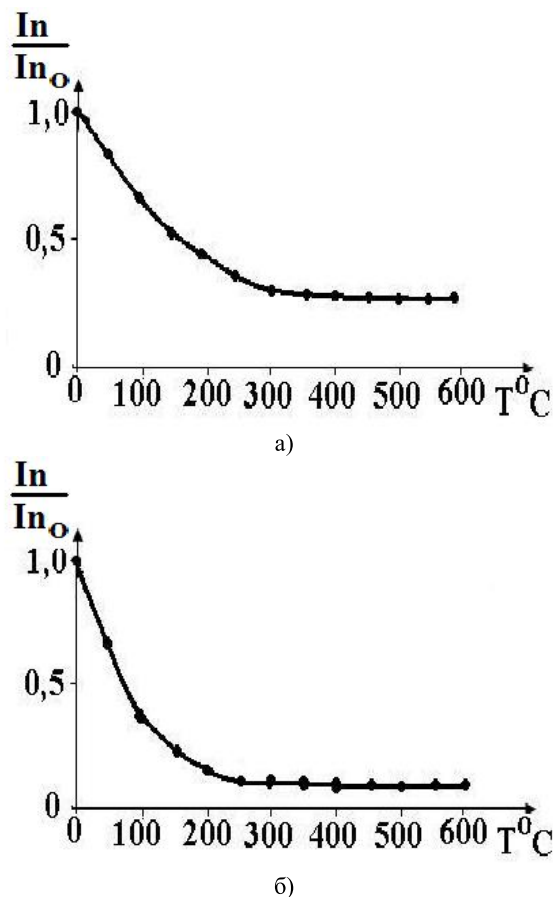


Рис. 2. Характерные кривые размагничивания при термочистке (а – I группа; б – II группа)

Породы 2 группы при нагреве до 150 $^{\circ}\text{C}$ теряют 60-70% начальной намагниченности. Стабильная часть I_n наблюдается в интервале температур 250-300 $^{\circ}\text{C}$.

Временная чистка. Как известно, временная чистка пород позволяет уничтожить значительную часть остаточной вязкой намагниченности. Преимущество временной чистки заключается в том, что она не затрагивает ни величины, ни направления первичной намагниченности. Использование данного вида чистки дало положительные результаты для исследованных пород абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа (Трухин, 1973).

На рисунках 3 и 4 даны стереограммы распределения I_n до и после временной чистки.

Таким образом, сопоставляя результаты безнагревных магнито-минералогических исследований, можно сделать вывод о том, что в исследованных образцах имеются как магнитомягкие, так и магнито жесткие минералы, размер зерен которых (согласно литературным данным) может варьировать в пределах 3-10 мк.

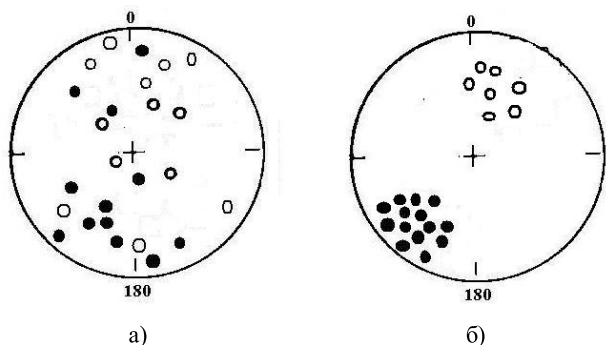


Рис. 3. Распределение I_n пород абшеронского яруса в разрезе р.Турианчай (а – до чистки, б – после чистки)

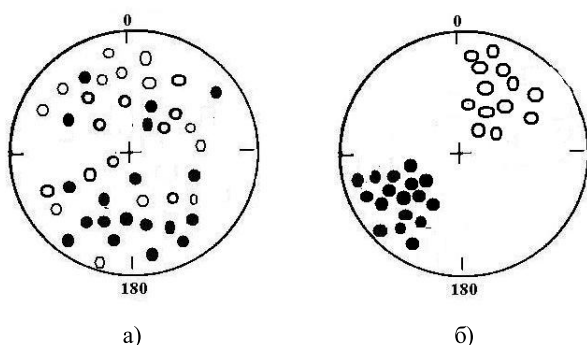


Рис. 4. Распределение I_n абшеронского яруса в разрезе р. Гейчай (а – до чистки, б – после чистки)

Терромагнитные исследования. Одной из важнейших характеристик химического состава ферромагнитных минералов является их температура Кюри, то есть та температура, при которой происходит разрушение упорядоченного расположения магнитных моментов (спинов) и ферромагнетик становится парамагнетиком. Такой переход не сопровождается ни химическими изменениями, ни изменениями в кристаллической структуре вещества и относится к фазовым переходам второго рода. Эти переходы являются полностью обратимыми и наблюдаются как при нагревании образца, так и при его охлаждении. Таким образом, температура Кюри является устойчивой константой для данного вещества.

Зависимость точки Кюри от состава минерала лежит в основе широко применяемого метода магнитных исследований – терромагнитного анализа (ТМА).

Нами были изучены кривые зависимости остаточной намагниченности насыщения I_{rs} от температуры T^0 . Терромагнитным исследованиям было подвергнуто свыше 40 образцов.

Терромагнитными исследованиями в образцах пород абшеронского возраста установле-

ны различные минералы-носители намагниченности. В результате проведенных исследований выделены две группы образцов (Нагата, 1965).

На терромагнитных кривых $I_{rs}(T^0)$ для образцов первой группы отчетливо выделяется гематитовая фаза ($T_c=675^0-700^0$). Фиксируется перегиб на кривых первого и второго нагревов в области $175-275^0C$. Перегиб кривых в области 200^0C указывает на наличие гидроокислов железа, а перегиб в области $350-400^0C$ обусловлен, по-видимому, присутствием маггемита. В процессе нагрева маггемит разрушается, выделяя суперпарамагнитный магнетит, который обуславливает наличие гематита (рис.5а).

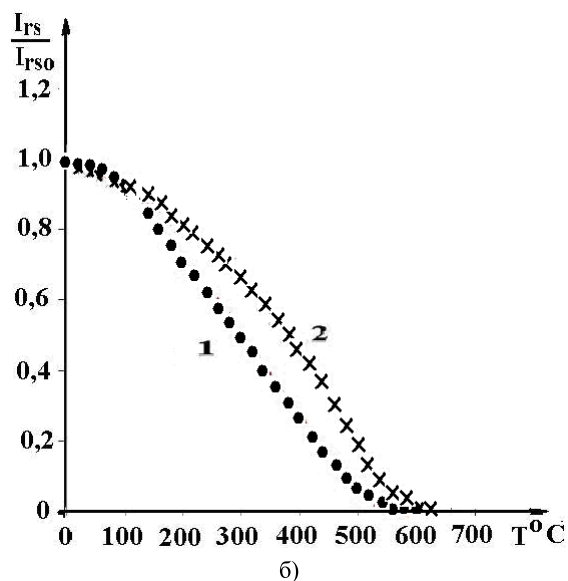
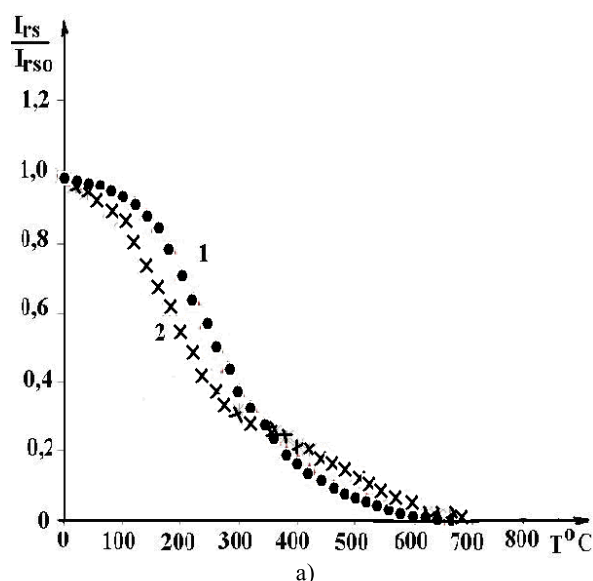


Рис. 5. Характерные кривые терромагнитного анализа: а – первая группа; б – вторая группа (1 – первый нагрев, 2 – второй нагрев)

Терромагнитные кривые образцов второй группы характеризуются плавными кривыми, не имеющими четких вогнутостей, что свидетельствует о наличии одного ферромагнетика, точка Кюри фиксируется в интервале $T_c=580-600^{\circ}\text{C}$, т.е. это точка Кюри магнетита с небольшим количеством примесей (рис.56).

Как видно из рисунков, кривая I нагрева имеет пологую форму. При температуре $100-120^{\circ}\text{C}$ отмечаются перегибы на термоквивых обоих нагревов, соответствующие точке Кюри гидроокислов железа.

Таким образом, учитывая результат комплексных геолого-минералогических исследований, можно сказать, что они хорошо дополняют друг друга, и выводы, сделанные нами, о наличии тех или иных минералов-носителей I_n , являются правильными.

Метод лабораторного переосаждения. Для выяснения первичности естественной остаточной намагниченности изучаемых осадков был использован метод лабораторного переосаждения.

Образцы для лабораторного переосаждения выбирались из числа кубиков, не подвергавшихся размагничиванию переменным полем и температурной чистке. Чтобы ферромагнитные зерна не повредились, сначала производилось размягчение образцов, затем перемешивание до получения однородной суспензии. Однородная суспензия осаждалась в сосудах кубической формы с ребром в 5 см в спокойной морской воде. Напряженность лабораторного поля определялась в каждой точке переосаждения и колебалась от 0,52 до 0,57Э. Когда осадок уплотнялся, из него

вырезались кубики с ребром 24 мм.

В абшеронское время напряженность геомагнитного поля близка к современной. Следовательно, в случае ориентационного происхождения естественной остаточной намагниченности коэффициент переосаждения P должен быть близок к 1. Относительная ошибка измерений величин I_n составляет не более $\pm 2\%$. В таблице 1 приведены результаты лабораторного переосаждения образцов абшеронского яруса, которые указывают, что остаточная намагниченность изучаемых пород имеет ориентационную природу и, следовательно, несет достоверную палеомагнитную информацию.

Магнитные свойства разрезов рек Турианчай и Гейчай

Разрез р.Гейчай сложен абшеронским (нижний, средний, верхний) ярусом. В разрезе р.Гейчай было отобрано 49 штучков, из которых выпилено 130 ориентированных кубиков. По разрезу наблюдаются следующие средние значения магнитной восприимчивости:

$\chi = 20,5 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (нижний абшерон)

$\chi = 22,8 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (средний абшерон)

$\chi = 19,1 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (верхний абшерон).

Значения естественной остаточной намагниченности:

$I_n = 32,9 \cdot 10^{-3}$ А/м (нижний абшерон)

$I_n = 28,5 \cdot 10^{-3}$ А/м (средний абшерон)

$I_n = 24,25 \cdot 10^{-3}$ А/м (верхний абшерон).

Наилучшие результаты получены при временной и терромагнитной чистке.

Таблица 1

Результаты лабораторного переосаждения образцов

Возраст пород	Магнитные характеристики в ед.СИ						Коэффициент переосаждения, Р
	До переосаждения			После переосаждения			
	I _n	ае	I _{rs}	I _n	ае	I _{rs}	
Абшерон	25	1,4	158	27,4	1,35	170	0,93
	40,7	0,71	101	57,5	1,0	142	0,71
	47,1	1,13	123	43,8	1,1	114	1,07
	49,6	1,7	150	53,20	1,8	160	0,93
	38,5	2,7	149	32,0	2,5	125	1,20
	28,1	2,0	95	32,3	1,7	105	0,86
	36,5	0,8	119	37,0	0,8	120	0,98
	51,3	0,6	86	80,0	0,9	132	0,64
	50.9	1.0	110	62.0	1.1	135	0.82

Таблица 2

Магнитная характеристика образцов абшеронских отложений

Район исследований	№ образцов	Магнитные характеристики в ед. СИ						
		ае	До магнитной чистки			После магнитной чистки		
			I _n	D	J	I _n	D	J
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р.Турианчай	101	11,2	31	40	-3	18	230	-39
	103	19,5	11	93	11	32,5	227	-41
	105	12,3	27	42	59	42	240	-47
	108	23,5	22	93	-25	46	27	37
	110	10	26	354	-63	16	55	25
	112	12,8	17	346	-38	37	28	35
	114	41	27	243	-2	51	250	-25
	117	20	8	295	-37	9	216	-40
	119	15,7	85	278	23	25	240	-54
	122	25	45	316	-30	29	45	18
	124	22,5	28	321	-70	50	10	31
	126	31	39	85	-29	28	53	51
	128	23,9	67	78	-33	20,9	220	-53
	130	24,7	10	293	-68	21,4	250	-42
	133	21,9	16	189	33	18,6	198	-35
	135	18,1	21	66	29	17,2	201	-41
р.Гейчай	201	17	18	163	16	14,7	230	-18
	204	28,6	51	223	-63	36,8	220	-33
	207	26,1	34	70	-67	36	233	-35
	210	20	25	250	70	20	38	30
	212	16,3	10	240	31	38	37	14
	214	20	5	56	5	34,3	20	48
	216	24,9	78	350	45	50,3	195	-61
	219	35	56,8	245	33	40,7	220	-13
	221	27,3	7	45	-20	39,6	196	-5
	224	12	58	256	-57	28	37	38
	227	32,9	67,9	156	-36	20,1	45	41
	229	14	56,2	45	27	21,2	18	20
	231	11,5	25,2	155	33	19,5	201	-31
	233	8,9	33,6	90	-25	11,3	212	-19
	236	18,6	40	180	-33	29,8	199	-20
	239	29,4	51	152	26	43,8	36	18
	242	17,1	21,8	33	15	21,6	28	26
	244	12,9	39,4	66	27	26,4	32	28
	246	24,5	21,9	84	32	18,9	36	31

Разрез р.Турианчай сложен абшеронским (нижний, средний, верхний) ярусом. В разрезе р.Турианчай было отобрано 35 штуфов, из которых выпилено 80 ориентированных кубиков. По разрезу наблюдаются следующие средние значения магнитной восприимчивости:

$\alpha = 18,5 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (нижний абшерон)

$\alpha = 25,9 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (средний абшерон)

$\alpha = 22,4 \cdot 10^{-3}$ ед.СИ (верхний абшерон).

Значения естественной остаточной намагниченности:

$I_n = 33,9 \cdot 10^{-3}$ А/м (нижний абшерон)

$I_n = 26,9,6 \cdot 10^{-3}$ А/м (средний абшерон)

$I_n = 19,2 \cdot 10^{-3}$ А/м (верхний абшерон).

Наилучшие результаты получены при временной и термомангнитной чистке ($T=200^{\circ}\text{C}$, $t=2$ часа).

Значения магнитных характеристик для образцов абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа представлены в таблице 2. Значения магнитных характеристик даны с учетом результатов всех видов магнитных чисток.

Корреляция абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа

Рассмотрим палеомагнитную характеристику пород по каждому разрезу в отдельности.

Разрез р.Гейчай находится на берегу р.Гейчай и представлен абшеронскими отложениями. Здесь выявлены 3 зоны прямой магнитной полярности, одна в низах верхнего абшерона, вторая – в среднем абшероне, а третья – в низах нижнего абшерона (Сох, 1969) (рис.6).

Разрез Турианчай находится на берегу р.Турианчай и представлен толщей обратномагнитных пород, охватывающих абшерон и верхний акчагыл. В отложениях разреза Турианчай в среднем и в верхнем абшероне выделены 2 зоны прямой полярности, одна в среднем ярусе абшерона, а вторая – в верхнем ярусе (рис.7).

Комплексные лабораторные исследования абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа позволили выделить направление I_n , определить природу первичной остаточной намагниченности и доказать ее синхронность времени формирования этих пород. Выделенные зоны прямой и обратной полярности на основании этих исследований можно считать достоверными, так как они представлены более чем тремя образцами, взятыми с разных стратиграфических уровней, и прослеживаются в одновозрастных и удаленных друг от друга разрезах.

На основании проведенных детальных палеомагнитных исследований составлена палеомагнитная шкала для абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа, позволяющая сопоставить ее с разрезами абшеронских отложений других областей (рис.8).

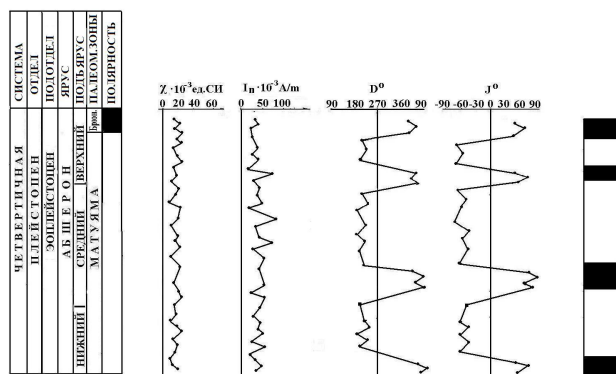


Рис. 6. Магнито-стратиграфический разрез абшеронских отложений разреза р.Гейчай

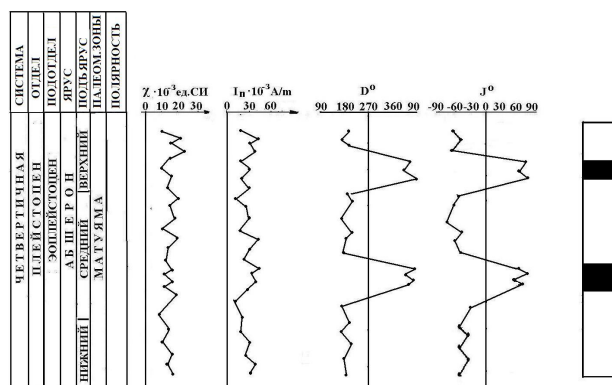


Рис. 7. Магнито-стратиграфический разрез абшеронских отложений разреза р.Турианчай

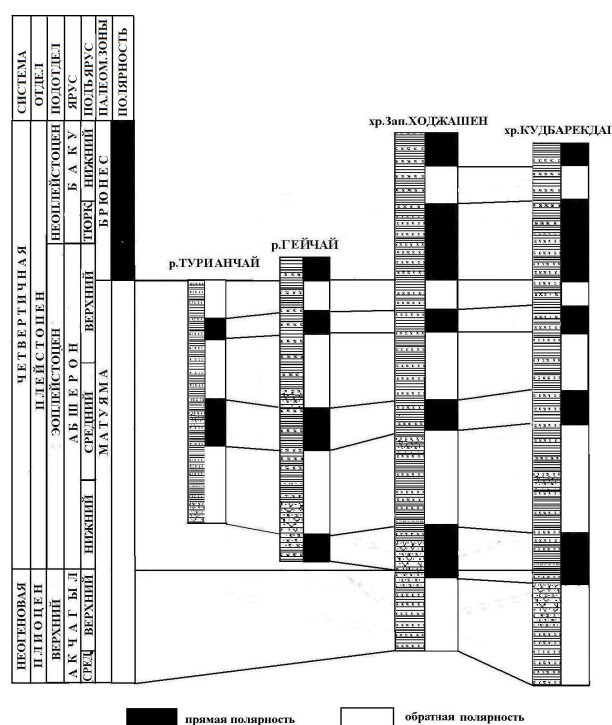


Рис. 8. Корреляция разрезов абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа с разрезами Западного Азербайджана

Проведена корреляция разрезов южного склона Большого Кавказа и Западного Азербайджана (Садыгова, 1995). Палеомагнитные данные полностью подтвердили высказываемое ранее мнение о синхронности абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа с одновозрастными разрезами Западного Азербайджана.

Выводы

Проведенные комплексные экспериментальные лабораторные исследования абшеронских пород южного склона Большого Кавказа

позволяют сделать следующие выводы:

1. Лабораторное моделирование формирования естественной остаточной намагниченности (метод переосаждения) показало, что естественная остаточная намагниченность исследованных пород возникает в результате статистической ориентации мелких ферромагнитных частиц по направлению внешнего магнитного поля. Не, имеет ориентационную природу и, следовательно, синхронна времени образования осадков и может быть использована для анализа закономерностей, связанных с древним магнитным полем.
2. Комплексными магнито-минералогическими, термомагнитными исследованиями, а также изучением характера кривых разрушения естественной остаточной намагниченности установлено, что носителями намагниченности в абшеронских породах являются гидроокислы железа, магнетит и гематит.

3. Проведена корреляция разрезов абшеронских отложений южного склона Большого Кавказа с разрезами Западного Азербайджана. Наблюдается хорошая сходимость выделенных магнитных зон с одновозрастными породами Западного Азербайджана.

ЛИТЕРАТУРА

- БЕЛОКОНЬ, В.И., КОЧЕГУРА, В.В., ШОЛПО, А.Е. 1973. Методы палеомагнитных исследований горных пород. Недра. Ленинград.
- НАГАТА, Т. 1965. Магнетизм горных пород. Мир. Москва. 348с.
- САДЫГОВА, Т.Д. 1995. Палеомагнетизм верхнеплиоцен-плейстоценовых отложений Западного Азербайджана. Дисс. на соискание ученой степени канд. геол.мин.наук.
- СТЕЙСИ, Ф. 1972. Физика Земли. Мир. Москва. 342с.
- ТРУХИН, В.И. 1973. Введение в магнетизм горных пород. МГУ. Москва.
- ХРАМОВ, А.Н., ШОЛПО, Л.Е. 1967. Возрастная корреляция разрезов и определение возраста пород. В. кн.: *Палеомагнетизм*. Недра. Ленинград. 206-210.
- СОХ, А. 1969. Geomagnetic reversals. *Science*, 163, 3864, 237-245.

Рецензент: проф. Л.В.Эппельбаум