

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ НЕОРДИНАРНОСТЬ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ВИРАЙОЦКОГО (СОМХЕТСКОГО) СЕГМЕНТА МАЛОГО КАВКАЗА И ВОЗМОЖНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

© 1998 г. П. Г. Алоян, А. Р. Ишханян

*Институт Армнипроцветмет Министерства Промышленности и Торговли РА
375009 Ереван, ул. Корюна, 14, Республика Армения*

Поступила в редакцию 30.07.97.

В статье приводится краткий сравнительный анализ основных петрофизических параметров мезокайнозойских вулканогенных, даечных и интрузивных образований Вирайоцкого (Сомхетского) сегмента Малого Кавказа и дается их минералого-петрографическая интерпретация. В стратиграфическом разрезе магматических образований отчетливо проявляется знакопеременная неоднородность петроплотности в пределах тектоно-магматических этажей, что рассматривается как возможный автономный механизм складкообразования над зонами погребенных глубинных разломов и проявление глубинного диапиризма.

При рассмотрении альпийской геодинамики Малого Кавказа П.Г.Алоян [2] пришел к выводу, что на фоне планетарных движений в недрах складчатых областей зарождаются автономные механизмы тектогенеза разного порядка – от глубинных диапиров, приведших к интенсивному проявлению вулcano-плутонических процессов, до локальных механизмов складкообразования. В настоящей статье приводятся краткий сравнительный анализ основных петрофизических характеристик магматических образований мезокайнозоя Вирайоцкого (Сомхетского) сегмента и их минералого-петрографическая интерпретация, что дает основание рассматривать знакопеременную петроплотностную неоднородность вулканогенных образований в качестве локального механизма складкообразования.

Петрофизические характеристики вулканогенных и интрузивных пород находятся в прямой зависимости от их вещественного состава и степени гидротермального изменения. Наиболее важными физическими параметрами являются плотность, упругость и магнитность. В разрезе среднеюрских вулканитов Вирайоцкого сегмента изменения в общем не выходят за рамки эпигенеза и начального низкотемпературного регионального метаморфизма зеленокаменной фации и выражены двумя уровнями. Нижний уровень охватывает дебедскую и кошабердскую свиты и представлен карбонатизацией, хлоритизацией и эпидотизацией. Верхний уровень охватывает образования алавердских и шахтахтской свит. Для основных и средних вулканитов этого уровня характерны хлоритизация, карбонатизация и альбитизация, а для кислых – окварцевание. Хлоритизация и карбонитизация вулканитов привели к замещению темноцветных минералов менее плотными и разуплотнению пород. Вместе с тем, этот процесс сопровождается также эпидотизацией плагиоклаза и вулканического стекла, что ведет к частичному уплотнению пород, т.к. плотность эпидота варьирует в пределах от 3,07 до 4,01 г/см³. Гистерограммы распределения значений плотностей показывают, что в преобладающем большинстве породы дебедского комплекса находятся в интервале 2,65-2,85 при среднем 2,72 г/см³. Наблюдается отчетливая корреляционная

связь между плотностью и скоростью упругих волн, в особенности после водонасыщения. Коэффициент корреляции продольных скоростей (0,78-0,99) выше, чем поперечных (0,73). Отношение скоростей 1,76. Средняя скорость продольных волн пород дебедской свиты составляет 5,50 км/с. Свежие базиты дебедской свиты характеризуются высокой магнитностью ($640 \div 2500 \cdot 10^{-5}$ СИ), обусловленной значительным содержанием первичного эффузивного и интрателлурического ферромагнетика [5]. Основная масса вулканитов (до 70%) в процессе низкотемпературного регионального метаморфизма, претерпела полное или частичное замещение ферромагнетика силикатными минералами и лейкоксеном и поэтому имеет низкую петромагнитную характеристику – до $160 \cdot 10^{-5}$ СИ. Остаточная намагниченность вулканитов дебедской свиты ниже индуцированной, и нет корреляционной зависимости от суммарной железистости (6-9%) и от содержания трехвалентного железа. Кислые вулканиты кошабердского комплекса, представленные дацитами, плагиориолитами и подвергнутые окварцеванию, имеют наибольшую пористость (5%) и низкую плотность – 2,56 г/см³. Они имеют соответственно низкие скорости упругих волн. Скорость продольных волн – 4,70 км/с, при отношении значений скоростей продольных и поперечных волн – 1,58. Петромагнитная характеристика андезитов и андезито-базальтов кошабердской свиты очень близка к дебедской. В туфогенных песчаниках алавердской свиты скорость продольных волн выше дебедской и достигает 5,80 км/с, при отношении значений продольных и поперечных скоростей 2,07, плотности 2,82 г/см³. Породы шахтахтской свиты очень сильно изменены. При пористости базальтов и андезито-базальтов 3,2%, плотность составляет 2,71 г/см³. С увеличением степени раскристаллизации базитов наблюдается тенденция к повышению плотности. Упругие характеристики пород этой свиты почти приравниваются к характеристикам дебедской свиты и составляют: скорость продольных волн – 5,50 км/с, отношение скоростей – 1,78. Шахтахтская свита наиболее однородна в петрохимическом и петрографическом отношениях. Преобладающими являются порфиновые пироксен-плагиоклазовые андезито-базальты, в которых магнетит наблюдается в виде мелкой вкрапленности и крупных фенокристаллов, раскристаллизованных в разной степени. При сравнительной выдержанности суммарной железистости (7-10%), магнитная восприимчивость пород различна и колеблется в пределах $160 \div 3000 \cdot 10^{-5}$ СИ. Низкая магнитность является результатом замещения магнетита железистыми силикатами (хлоритом и эпидотом), но в основном его гематитизацией; лейкоксенизация наблюдается редко. Вулканиты верхней юры представлены мандельштейновыми базальтами и пироксеновыми порфиритами оксфорда и кимериджа. Отмечаются высокие показатели плотности – 2,70 г/см³, низкая пористость – 0,7-0,8% и относительно высокая скорость продольных – 5,40 км/с и поперечных волн – 3,20 км/с. Верхнемеловые оливиновые, плагиоклаз-оливиновые, плагиоклаз-клинопироксеновые пикритобазальты, базальты и андезито-базальты имеют плотность 2,81 г/см³ и магнитную восприимчивость $2000 \cdot 10^{-5}$ СИ. Для дацитов и риолитов эти цифры составляют соответственно 2,45 и $850 \cdot 10^{-5}$. Верхнемеловые вулканиты слабо изменены и относятся к магнитным разновидностям. Наблюдается прямая зависимость магнитной восприимчивости от общей железистости, которая возрастает от кислых (магнетит) к основным (титаномагнетит) разновидностям пород [5,6]. В пикритах суммарная железистость колеблется от 9 до 16,5% без существенного изменения их намагниченности, т.к. в высокожелезистых разновидностях часть железа входит в состав оливина и пироксена. Вулканиты эоцена представлены пироксеновыми, оливиновыми и амфиболитовыми базальтами и андезито-базальтами, андезито-дацитами,

а также дацитами и риолитами. Наблюдается повышение плотности от кислых к основным разновидностям пород. Среди основных наиболее плотными являются оливиновые базальты. Магнитная восприимчивость находится в определенной зависимости от суммарного количества окислов железа. Окварцевание приводит к уменьшению плотности и намагниченности. Среднеэоценовые базальты характеризуются плотностью 1,74, андезиты – 2,69, андезито-дациты – 2,52, а окварцованные риолиты – 2,43 г/см³ [7,8]. Магнитная восприимчивость для базитов составляет $1100\div 1500 \cdot 10^{-5}$, а для андезитов – $500 \cdot 10^{-5}$ СИ. Верхнеэоценовые андезито-дациты имеют плотность 2,63 г/см³ и магнитную восприимчивость около $2200 \cdot 10^{-5}$ СИ. Главную роль в намагниченности палеогеновых вулкани-тов играет индуцированная намагниченность. Плиоцен-четвертичные лавы оливиновых базальтов ущелья р. Дебед имеют плотность 2,50 г/см³ и скорость продольных волн – 4,64-5,0 км/с при магнитной восприимчивос-ти $1600\div 1700 \cdot 10^{-5}$ СИ. Они отличаются высокими значениями остаточной намагниченности. Исследования показывают, что отрицательные магнит-ные поля создают только молодые верхнеплиоцен-нижнечетвертичные эффузивы с обратной намагниченностью [1], что хорошо фиксируется вдоль зоны Дебедского разлома. Для палеотипных эффузивов, даже при сравнительно высокой обратной остаточной намагниченности, отрицатель-ные поля не наблюдаются в связи с перемагничиванием пород в современ-ном поле. По палеомагнитным данным Б.Э. Хесина, суммарный вектор намагниченности средне-позднеюрских вулкани-тов Вирайоц-Карабахской зоны, несмотря на хаотичность и наличие обратной намагниченности, расположен почти параллельно современному геомагнитному полю [9]. В региональном плане Вирайоцкая зона характеризуется положительными значениями аномального магнитного поля. Современный спокойный характер напряженности магнитного поля (близкий к нулевому) и низкая магнитная восприимчивость вулканогенных пород обусловлены, как было отмечено, частичным или полным замещением первичного ферромагнети-ка (магнетита или титаномагнетита) силикатными минералами – титансо-держащим сфеном или железистыми хлоритом и эпидотом, редко карбо-натом и лейкоксеном, или же его гематитизацией в процессе начального низкотемпературного регионального метаморфизма зеленокаменной фации. Сравнительно высокая магнитность характерна для свежих бази-тов и средних вулканогенных пород лавовой и субвулканической фаций и зависит от вариации их суммарной железистости, степени изменения и раскристаллизации основной массы. Количество первичного ферромагне-тика убывает в кислых разностях. В целом мезо-кайнозойские вулканоген-ные породы имеют широкий диапазон значений магнитной восприимчи-вости в связи с фациальной и петрохимической неоднородностью и широ-ким проявлением гидротермального изменения разной степени. Как пока-зали детальные палеомагнитные исследования, среднеюрские вулканоген-ные образования были первично магнитными и представляли собой продукты подкоровых магм [4,5].

К даечному комплексу относятся мелкие субвулканические тела, силлы и дайки, представленные пикритами, меланобазальтами, оливин-пироксен-плагиоклазовыми базальтами, андезитами, плагиопорфиритовы-ми долеритами, дацитами и риолитами (кварцевыми альбитофирами). Наи-высшую плотность имеют пикриты и меланобазальты, сложенные пирок-сеном и оливином. При средней их пористости 2,14%, средняя плотность составляет 2,79 г/см³. В остальных разностях породообразующими являются плагиоклаз и амфибол, которые снижают показатели плотности. Снижение петроплотности происходит в результате серпентинизации (оливина в пикритах), хлоритизации, альбитизации и окварцевания вулка-

ногенных пород. Плотность базальтов и андезито-базальтов – 2,72, а дацитов и риолитов – 2,61 г/см³. Скорость продольных волн в пикритах характеризуется высокими значениями – 4,20-6,40 км/с, причем низкие скорости характерны для серпентинизированных разновидностей. Отношение значений скорости продольных и поперечных волн – 1,74. Пикриты, являясь наиболее основными и самыми железистыми из базитов, не проявляют высокую магнитность, характерную для базальтов. Это обусловлено тем, что в них первичные железосодержащие окислы представлены немагнитными хромитом и ильменитом. В пикритах намагниченность связана в основном с появлением вторичного магнетита [5], однако, в процессе серпентинизации и оталькования оливина, наблюдается лейкоксенизация вторичного магнетита и резкое снижение магнитной восприимчивости ($90 \div 2000 \cdot 10^{-5}$ СИ). В базальтах и андезито-базальтах магнитная восприимчивость колеблется от 30 до $3800 \cdot 10^{-5}$ СИ, а в дацитах и риолитах – $45-120 \cdot 10^{-5}$ СИ. Суммарная железистость в породах даечного комплекса (без пикритов) составляет 6,5-13%. В меланобазальтах наблюдается прямая корреляция намагниченности от общей железистости.

Имеющиеся материалы по петрофизической характеристике интрузивных пород Вирайоцкой зоны нами обобщены по их формационной принадлежности и возрастному расчленению, что дает возможность впервые в общих чертах сопоставить их с петрофизическими (в основном петроплотностными) характеристиками вмещающих вулканогенных пород и сделать общие суждения о возможном механизме перемещения магматических расплавов. Доюрские метаморфические образования слабомагнитны и имеют плотность 2,75-2,80 г/см³. Среднеюрская плагиогранитовая формация характеризуется также слабой магнитностью ($50 \div 100 \cdot 10^{-5}$ СИ) и плотностью в пределах 2,60-2,66 г/см³, при средней плотности вмещающих среднеюрских вулканогенных пород 2,72 г/см³, т.е. инверсия (разность) плотностей между вулканитами и интрузивами составляет 0,06-0,12 г/см³. Мел-палеоценовая формация кварцевых диоритов и тоналитов имеет большой диапазон магнитной восприимчивости – от нуля до $7000 \cdot 10^{-5}$ СИ и среднюю плотность – 2,72 г/см³. Средняя плотность основных и средних вулканитов нижней части верхнемеловых образований составляет 2,75-2,81 г/см³, т.е. инверсия плотностей здесь составляет 0,03-0,09 г/см³. Средняя плотность даечного комплекса составляет 2,66 г/см³, что ниже плотности вмещающих среднеюрских (2,71 г/см³), верхнеюрских (2,70 г/см³) пород и базитов верхнего мела (2,81 г/см³). Послесреднеэоценовый интрузивный комплекс габбродиорит-гранодиоритовой формации имеет широкий диапазон петрофизических показателей и характеризуется средней плотностью 2,70-2,71 г/см³ при средней плотности вмещающих среднеэоценовых андезито-базальтов (г.Лалвар) 2,73 г/см³ и магнитной восприимчивости от нуля до $8000 \cdot 10^{-5}$ СИ. Здесь инверсия плотностей очень мала. Приведенные данные показывают, что в пределах тектоно-магматического цикла (этажа) наблюдается инверсия плотностей между вмещающими вулканогенными (более плотными) и прорывающими их интрузивными (менее плотными) породами, что обеспечивает процесс внедрения и перемещения магматического расплава вверх по разрезу и, следовательно, тектонические деформации. С уменьшением инверсии плотностей интенсивность интрузивного внедрения, т.е. проницаемости коры, уменьшается, что отчетливо прослеживается в пределах юрского и эоценового полей развития вулканитов Вирайоцкого сегмента [3]. Кроме того, наблюдается повышение петроплотности от кислых эффузивов к основным и достигает максимального значения в пикритах (2,81 г/см³). Скорости распространения упругих волн в мезокайнозойских образованиях колеблются в пределах 5,0-6,0 км/с, что характерно для "гранитно-

го" слоя, а в плиоцен-четвертичных лавах – в пределах 4,5-5,0 км/с, что характерно для "осадочного" слоя.

Все вышеизложенное показывает, что в целом наблюдается относительно однородная петрофизическая характеристика магматических образований, свидетельствующая о выдержанности термодинамических условий их образования и интенсивности геодинамических процессов. На общем фоне перманентного уменьшения плотности вулканогенных пород вверх по разрезу от 2,80 г/см³ в метаморфитах доюрского основания до 2,45 г/см³ в плиоцен-четвертичных базальтах отчетливо проявляется знакопеременная дифференцированность петроплотности в пределах тектономагматических этажей с инверсией плотностей от 0,1 до 0,26 г/см³. По теоретическим и экспериментальным данным, такая разность плотностей достаточна для инициирования механизма тектогенеза в соответствующих геодинамических условиях с образованием складчатости идиоморфного и промежуточного типа. Механизм диапиризма особенно эффективен над зонами крупных разломов доюрского фундамента и отчетливо проявляется в строении Качакут-Памбакской сквозной поперечной структуры. Эта структура прослеживается в меридиональном направлении и трассируется складками идиоморфного и промежуточного типа, а также зонами крупных разломов. От Маднеульского месторождения через восточную периклиналь Локской антиклинали (купола Гур и Ахкерпи) и западную центриклиналь Лалварского синклинория (Алвардский вал и Качакутская брахиантиклиналь) она проходит по восточной периклинали Архашанского антиклинория и далее вдоль русла рек Дебед и Памбак [3]. Качакут-Памбакская зона имеет длительную историю развития и характеризуется наличием небольших интрузивных тел. Мезокайнозойский интрузивный магматизм приурочен преимущественно к сводам брахиструктур в виде ядер протыкания и нагнетания с проявлением характерных диапировых структур и пластовых залежей.

Таким образом, вышеизложенный материал дает основание установить с одной стороны знакопеременную неоднородность мезокайнозойских вулканогенных образований по плотности, а с другой стороны – повышенную плотность вмещающих вулканогенных пород по сравнению с одновозрастными даечными и интрузивными образованиями. Этот наложенный процесс двойной инверсии плотностей в пределах тектономагматических этажей или над зонами погребенных глубинных разломов рассматривается П.Г.Алояном, во-первых, как один из возможных вариантов механизма складкообразования промежуточного или идиоморфного типа, а, во-вторых, как механизм перемещения (всплывания) более легкого магматического расплава вверх по стратиграфическому разрезу и внедрения во вмещающие вулканогенные породы. Развитие этих тектонических процессов происходит в условиях минералогических преобразований и петрографической специализации петрофизических параметров на фоне региональных тектонических движений и является проявлением глубинного диапиризма.

Работа выполнена в рамках тем 94-22 и 96-429, финансируемых из госбюджета Республики Армения.

**ՎԻՐԱՀԱՅՈՑ (ՍՈՄԽԵԹԻ) ՏԵԿՏՈՆԱՀԱՏՎԱԾԻ ՄԱԳՄԱՏԻԿ
ԱՌԱՋԱՅՈՒՄՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ, ՏԱՐԲԵՐԱԿՄԱՆ
ԱՌԱՆՉՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀՆԱՐԱՎՈՐ
ԳԵՈԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՀԵՏԵՎԱՆՔՆԵՐԸ**

Պ. Գ. Ալոյան, Ա. Ռ. Իշխանյան

Ա ս փ ո փ ու մ

Հոդվածում առաջին անգամ փորձ է արվել Փոքր Կովկասի Վիրահայոց (Սոմխեթի) տեկտոնաահատվածի մեզո-կայնոզոյան հրաբխային և մագմատիկ առաջացումների պետրոֆիզիկական ցուցանիշների համառոտ համեմատական վերլուծության հիման վրա տալ նրանց միներալոգիական և պետրոգրաֆիկական առանձնահատկությունները: Շերտագրական կտրվածքում պարզորոշ արտահայտված է մագմատոգեն ապարների խտությունների տարբերանշան հստակ տարբերակումը, որը Պ.Գ.Ալոյանի կողմից դիտվում է որպես ծալքառաջացման տեկտոնական մեխանիզմի հնարավոր տարբերակ: Այդպիսի մեխանիզմի զարգացումը բնորոշ է ծալքավոր գոտիների տեկտոնա-մագմատիկ հարկերին ու թաղված խորքային խզումների գոտիներին և արտահայտված է խոշոր տեկտոնական սալերի փոխազդեցության և խորքային դիապիրների զարգացմանը զուգահեռ:

**PETROPHYSICAL HETEROGENEITY OF MAGMATIC FORMATIONS
IN THE VIRAHAYOTS (SOMKHET) SEGMENT OF THE LESSER
CAUCASUS AND POTENTIAL GEODYNAMIC CONSEQUENCES**

P. G. Aloyan, A. R. Ishkhanyan

A b s t r a c t

The paper presents a brief comparative analysis of basic petrophysical parameters of the Meso-Cenozoic volcanogenic, dike and intrusive formations of the Virahayots (Somkhet) segment of the Lesser Caucasus and their mineralogical-and-petrographical interpretations. A sing-alternating heterogeneity of petrographical density within the tectonic-and-magmatic stages is clearly traced in the stratigraphic section of magmatic formations. This fact is considered as a possible autonomous mechanism of folding over buried deep fault zones and deep diapirism manifestations.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Ц.Г. Палеомагнетизм плиоцен-четвертичного периода. — В кн.: "Геофизические и сейсмические исследования строения земной коры Армянской ССР". Ереван: Изд. АН АрмССР, 1975, с.71-81.
2. Алоян П.Г. Модель альпийской геодинамики Малого Кавказа. — Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1995, №1, с 3-8.
3. Алоян П.Г. Структура Сомхетского сегмента. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1978, №5, с.50-57.
4. Дортман Н.Б. Петрофизическая характеристика кристаллических горных пород. — В кн.: "Физико-механические свойства горных пород верхней части земной коры". М.: Недра, 1964, с 18-19.
5. Ишханян А.Р., Центер И.Я. Петромагнитная характеристика юрских вулканогенных пород Алавердской ВТС. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XL 1987, №3.
6. Мнацаканян А.Х. Петрология верхнемеловой вулканогенной серии Северной Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 228с.
7. Никольский Ю.И., Милай Т.А., Коган Л.З. Геолого-геофизические исследования тектоники, магматизма и металлогении Кавказа. Л.: Изд. Недра, 1975, 216с.
8. Сироткина Т.Н. Плотность горных пород Армении. Вопросы разведочной геофизики. Л.: Изд. Недра, 1967, с.189-197.
9. Хесин Б.Э. Геофизическая характеристика тектоно-магматических зон Азербайджана. Геотектоника. 1968, №6.