

А. К. ЮХАНЯН, Ю. С. ГЕНШАФТ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ КСЕНОЛИТОВ ИЗ ЛАВ ГЕГАМСКОГО НАГОРЬЯ В УСЛОВИЯХ БАЗАЛЬТОВОГО СЛОЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Полевые исследования, проведенные авторами в 1978—1982 гг., выявили широкое распространение включений габброидов и амфиболитов в различных по составу плиоцен-четвертичных эффузивах Восточной зоны Армянского вулканического нагорья (на территории Арм. ССР). Подобные включения с однотипными минеральными ассоциациями обнаружены в вулканитах от дацитового до базанитового составов Гегамского, Варденисского, Сюникского нагорий, в Кафанском районе.

Характерной особенностью ксенолитов является установленное последовательное преобразование пород типа габброидов и пироксенитов через амфиболиты в реоморфические биотитизированные амфиболиты и габбро-амфиболиты. Эти стадии изменения могут быть обусловлены процессами преобразования вещества нижних горизонтов земной коры на неоген-четвертичном этапе тектонического развития рассматриваемого района, приводящими в конечном итоге к палингенному образованию магм среднего и кислого состава.

Целью данной работы являлось моделирование процесса выплавления андезитов при РТ условиях базальтового слоя земной коры Гегамского нагорья. В качестве исходного вещества, моделирующего субстрат нижних горизонтов земной коры, взяты образцы включений габбро из базальтового потока между шлаковыми конусами Ваграма-сар и Джар-Тар (образец № 132—22) и роговообманкового габбро (габбро-амфиболита) из базальта шлакового конуса Кармир-Блур (образец № 127—4). Образцы, предварительно растертые в порошок, помещались в платиновую ампулу (в количестве 20 мг) и герметизировались путем заварки открытого края ампулы. Опыты проводились на установке высокого давления в камерах типа «чечевица» по методу температурной закалки [2]. Все эксперименты были выполнены при давлении 8 ± 2 кбар. Поскольку в указанной аппаратуре образец находился в неизотермических условиях (температура измерялась в одной точке—на стенке графитового нагревателя), точная привязка анализируемого минерального парагенезиса к температуре не могла быть сделана. Оценка температуры выполнена с допустимой погрешностью $\pm 50^\circ\text{C}$. Содержание и режим летучих фаз в процессе опыта не контролировались. Методика эксперимента обеспечивала сохранение в образце исходного содержания летучих (около 2 вес. %).

Время выдержки при заданных температурах ($1300\text{—}1000^\circ\text{C}$ в горячей зоне) составляло от 2 до 14 часов.

Извлеченные после опытов из ампул образцы изучались на рентгеноспектральном микроанализаторе «Комебакс» в геофизической обсерватории ИФЗ «Борок» при напряжении 20 кВ и токе пучка 10 нА. При химическом микроанализе фаз использовались эталоны природных минералов; концентрации определяемых элементов вычислялись из первичных данных за вычетом фона без введения поправок. Точность микрохимического анализа не хуже $\pm 2,5$ относит. %. Содержание Na_2O определялось с точностью $\pm 30\%$ по техническим причинам. Поэтому в большинстве анализированных минеральных фаз определение концентрации Na_2O не проводилось.

Образец 132—22—оливиновый габбро-норит, состоит из крупных зерен плагиоклаза, орто- и клинопироксена (до 1—1,2 мм) и более мелких зерен этих минералов, а также оливина, титаномагнетита и ильменита. Средний размер кристаллов составляет несколько сотых миллиметра. Плагиоклаз зональный, по составу отвечает андезин-лабрадору (Ан_{43—56}). Ортопироксен—низко-глиноземистый гиперстен, содержащий 37% железистого компонента. Оливин содержит 30—27% фаялитов. Клинопироксен—диопсид с содержанием 30% геденбергитового компонента. Титаномагнетит сильно неоднороден по распределению титана, по краям часто встречаются зоны, обогащенные TiO₂, вплоть до образования вторичного ильменита. Рудные фазы характеризуются повышенным содержанием магнезиальных составляющих в твердом растворе. Образец 127—4—роговообманковое габбро, состоит из среднего по составу плагиоклаза (андезина, Ан_{41—48}) и базальтической роговой обманки. Титаномагнетит обычно резорбирован, отдельные участки кристаллов обогащены TiO₂. Порода содержит до 10% крупных зерен апатита. Пределы колебаний состава породообразующих минералов образцов приведены в таблице.

Отметим, что по химическому составу минералы включений не отличаются от аналогичных минералов из других ксенолитов в дацитах и базальтах Гегамского нагорья [3, 8].

Результаты экспериментов показали, что в интервале температур 1000—1150°C рассматриваемые образцы включений испытывают плавление на 10÷50 объемных %. При этом образуются расплавы, состав которых изменяется от базальтовых до дацитовых в зависимости от степени плавления. Судя по сумме химических компонентов ($\leq 90\%$ без Na₂O), среднекислые расплавы могут быть водонасыщенными или содержать достаточно много флюидов (H₂O+CO₂). С этими расплавами в обоих образцах сосуществует роговая обманка, что свидетельствует о достаточно высоком давлении водяного пара. О высоком содержании летучих в расплаве свидетельствуют также сильное падение количества импульсов при счете в точке за время 10 с при определении концентраций щелочей в стекле и быстрое выжигание электронным пучком ямок при анализе в точке. Изменение состава расплавов при плавлении образцов включений в зависимости от доли образующейся жидкости показано на рис. 1 а, б. Там же показаны характерные содержания основных петрогенных элементов в андезитах Гегамского нагорья и Айоцдзора [9]. Видно, что при 10—40%-ном плавлении изученных пород состав расплавов чрезвычайно близок к составу природных магматических образований. От последних состав экспериментально намеченных выплавов отличается только повышенным содержанием Al₂O₃. Вероятно, это объясняется высокой основностью плагиоклазов в исходных образцах. Отметим следующие особенности парагенетической ассоциации минералов, образующейся при плавлении включений. Ни в одном опыте не наблюдалась кристаллизация шпинельной фазы типа магнетита или титаномагнетита. Единственной новообразованной рудной фазой в образце габбро-норита, сосуществующей с расплавом, был ильменит.

Для этого образца характерен следующий порядок выделения минералов при охлаждении расплава: плагиоклаз—амфибол—клинопироксен—ильменит. При низких степенях плавления, возможно, появляются оливин, ортопироксен. Роговообманковое габбро преобразуется в ассоциацию минералов, содержащую клинопироксен при полном отсутствии железистых рудных фаз. Порядок выделения минералов при охлаждении расплава следующий: апатит—амфибол—клинопироксен—плагиоклаз. Амфибол и пироксен часто образуют сростки. Наблю-

Химические составы минералов включений габбро-норита (№ 132—22) и
роговообманкового габбро (№ 127—4) из лав Гегамского нагорья

Вес. %	№ 132—22						№ 127—4			
	Т—Мт	Ил	Ол	Кп		Оп	Пл**	Т—Мт	Амф	Пл
				а	б					
SiO ₂	0—0,3	0—0,3	39,0—39,5	51,6	46,4—51,7	52,8	54,7—52,5	—	41,1—42,4	53,3—54,5
TiO ₂	9,3—15,7	29,1—34,9	0,04—0,06	0,4	0,7—3,5	0,1	0,01	4,6—6,2	2,2	—
Al ₂ O ₃	1,5—2,6	0,4—0,3	—	4,2	3,1—5,8	1,8	27,3—30,4	2,7—5,0	11,9—12,0	27,1—29,1
FeO	76,1—68,5	57,6—53,3	19,4—14,1	10,1	7,4—9,1	20,0	9,2—0,5	80,6—74	11,4—1,6	0,4
MnO	0,6—0,7	0,3—0,4	0,4—0,5	0,4	0,2—0,3	0,7	—	0,4	0,2—0,3	—
MgO	4,8—7,4	6,1—5,3	40,1—45,6	13,0	12,3—16,6	23,9	—	2,7—5,1	14,5—15,3	—
CaO	0,4—0,7	0,3—0,4	0,3	20,8	19,2—21,8	0,8	9,2—12,0	0,1—0,2	11,6—11,8	8,7—10,4
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	0,3—0,4	—	0,8—0,9	0,2—0,4
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	5,3—4,5	—	1,4	4,2—
Σ	—	—	—	100,5	—	100,1	—	—	—	—
n	6	3	2	1	3	1	1	3	3	2

Примечание: n—число проанализированных зерен; *—точность определения ± 30 относительных %; **—ярко выраженная неоднородность (зональность) состава зерна; Кп (а)—относительно крупное зерно, (б)—более мелкие зональные зерна; на краю Al₂O₃ >, чем в центре зерен. Показаны установленные пределы колебаний содержания окислов в данном минерале.

дается также нарастание клинопироксена на более ранний амфибол. Составы новообразованных фаз заметно отличаются от исходных. Так, кристаллизуется более магнезильный, глиноземистый и титанистый клинопироксен, значительно более железистый оливин. Новообразованный амфибол отличается от исходного в роговообманковом габбро значительно более высокой магнезильностью и глиноземистостью.

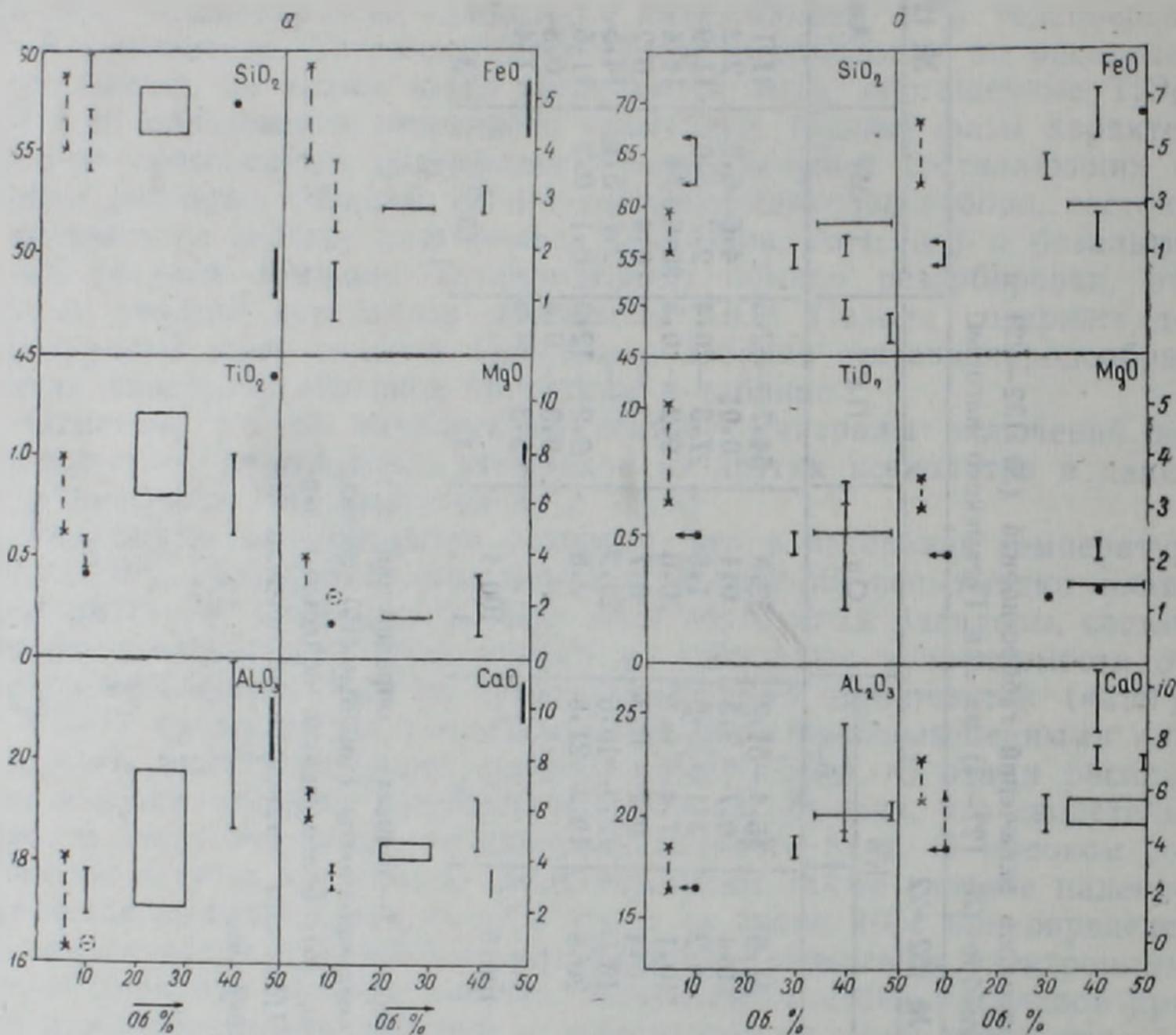


Рис. 1. Изменение состава расплава при частичном плавлении включения габбро-норита (а) и роговообманкового габбро (б) в зависимости от степени плавления. По оси ординат показано содержание окисла (вес. %), по оси абсцисс—доля проанализированного стекла (объемн. %). Отрезки и прямоугольники обозначают пределы колебаний содержаний соответствующих окислов и оценок степеней плавления. Стрелки указывают вероятный сдвиг оценки степени плавления. х—х—содержания окислов в лавах Гегамского и Айоцзорского нагорий [7].

При начальном интерстициальном плавлении образуются высококремнистые расплавы риолитового состава, содержание SiO_2 доходит до 90 и более процентов.

Проведенные эксперименты показали, что в условиях глубоких горизонтов земной коры (базальтового слоя) принципиально возможно выплавление андезитово-базальтовых и андезитовых расплавов при температурах 1050—1100°C из габбро-амфиболитового субстрата. Ранее экспериментальное обоснование подобного механизма образования андезитовых магм было дано в работах [2, 5, 13]. Геологические, геофизические и петрологические данные в пользу внутрикорового формирования андезитовых магм в структурах островных дуг, активных конти-

ментальных окраин и орогенных областей приводились в многочисленных работах [2, 5—7, 10]. Основная проблема, на наш взгляд, заключается в надежном обосновании принадлежности рассматриваемой группы включений к ксенолитам пород, слагающих базальтовый слой земной коры Армянского вулканического нагорья.

Ранее мы показали, что по петрографическим и петрохимическим данным включения, отобранные только в лавах Гегамского нагорья, заметно отличаются от вмещающих пород, главным образом, принадлежностью к различным петрохимическим сериям [3]. Однако, этих результатов было явно недостаточно для обоснования ксеногенной природы включений. Выполненные исследования упруго-плотностных свойств включений при высоких давлениях и температурах [11; 12] позволили установить, что по этим характеристикам они удовлетворяют геофизическому разрезу «базальтового» слоя земной коры Армянского вулканического нагорья [1, 4]. Широкая распространенность однотипных по минеральному составу включений в разнообразных петрохимических типах вулканических пород на обширной территории Малого Кавказа, включающей, кроме неовулканических зон Армянской ССР, Аджаро-Триалетию, Карабахское и Талышское нагорья, а с другой стороны, сонахождение в одном вулканическом теле целой гаммы включений-пироксенитов, габброидов, амфиболитов и переходных разновидностей, в большей степени свидетельствуют о ксеногенной, а не гомеогенной природе включений. На ксеногенность включений указывают и предварительные данные по изотопии кислорода, полученные для двух образцов включений и вмещающего дацита массива г. Гадис (результаты Б. Г. Покровского). Результаты настоящей работы не противоречат представлениям о габбро-амфиболитовом глубинном субстрате земной коры, в пределах которого возможно палингенное образование средне-кислых магм.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса,
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
АН СССР

Поступила 6. XII. 1983.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Ц. Г. Некоторые данные о строении земной коры территории Армянской ССР и прилежащих частей Малого Кавказа. В кн.: «Геофизические и сейсмологические исследования строения земной коры территории Армянской ССР». Ереван, АН АрмССР, 1975.
2. Геншафт Ю. С. Экспериментальные исследования в области глубинной минералогии. М., «Наука», 1977.
3. Геншафт Ю. С., Юхянян А. К., Геворкян Р. Г. Ксенолиты и мегакристаллы в лавах Гегамского нагорья (Армения). В кн.: «Физико-химические исследования в области глубинного петрогенезиса». М., ИФЗ АН СССР, 1976.
4. Егоркина Г. В., Соколова Н. А., Егорова Л. М., Двоекина Т. Д., Миярова Г. Я. Строение северо-западной части Армении. Советская геология, № 6, 1973.
5. Ермаков В. А., Соловьева Т. Н., Геншафт Ю. С., Тронева Т. В. Экспериментальное плавление амфиболитовых включений в андезитах с целью изучения их генезиса. В кн.: «Экспериментальные исследования в области глубинного петрогенезиса». М., ИФЗ АН СССР, 1976.
6. Ермаков В. А. Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. М., «Недра», 1977.
7. Масуренков Ю. П. Кайнозойский вулканизм Эльбрусской вулканической области. М., «Наука», 1961.

8. *Остроумова А. С.* Включения меланократовых пород в экструзивных дацитах горы Гадис (Армения). Изв. АН СССР, серия геологическая, № 2, 1967.
9. Состав, физические свойства и вопросы петрогенезиса новейших вулканических образований Армении. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1980.
10. *Ширинян К. Г.* О возможных глубинных условиях ареального вулканизма Армении. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 5—6, 1967.
11. *Юханян А. К.* Физические свойства глубинных включений в лавах Гегамского нагорья (Армянская ССР) при высоких давлениях и температурах. В кн.: «Физико-химические исследования продуктов глубинного магматизма». М., «Наука», 1982.
12. *Юханян А. К., Геншафт Ю. С.* Плотность и сжимаемость глубинных включений из позднекайнозойских вулканитов Армении при РТ параметрах земной коры. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, 1983.
13. *Green D. H., Ringwood A. E.* The genesis of basaltic magmas. *Contribs. Mineral Petrol.*, 15, 1967.

УДК: 550.384:551.781(479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. К. КАРАХАНЯН

О МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ ПАЛЕОГЕНА АРМЕНИИ

Палеоген является одним из переломных этапов истории магнитного поля Земли. В этот период изменился режим геомагнитных инверсий—устойчивое поле современной полярности, которое было характерно почти для всего мезозоя, в палеогене сменяется преобладанием поля обратной полярности. Этим обусловлен интерес к получению детальной палеомагнитной информации о палеогеновой истории геомагнитного поля. Магнитостратиграфия кайнозоя, и в частности палеогена, изучена крайне слабо. Составлен лишь ряд местных палеомагнитно-стратиграфических схем по немногочисленным разрезам, которые не имеют надежной привязки к геохронологической шкале [2, 4].

С получением результатов палеомагнитных исследований опорных палеогеновых отложений Италии [8, 9] и их корреляцией с аномальной шкалой наметился некоторый прогресс в этом направлении.

Для составления опорной палеомагнитной шкалы палеогена Армении нами было изучено около 30 разрезов вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных отложений, охватывающих временной интервал от дат-палеоцена до олигоцен-миоцена включительно. Выявление палеомагнитных горизонтов разной полярности дало возможность провести корреляцию палеогеновых образований (рис. 1). Основными параметрами при корреляции служили полярность палеомагнитных горизонтов и координаты палеомагнитного полюса [3].

На основе сопоставления наших данных с результатами по наиболее полно изученным разрезам Туркмении и Азербайджана [4, 2] нами проведена межрегиональная корреляция (рис. 2). Палеомагнитные горизонты, выделенные в образованиях палеогена Армении, хорошо коррелируются с аналогичными Туркмении и Азербайджана. Некоторое несовпадение горизонтов и их границ объясняется, по-видимому, неточностью корреляции местных стратиграфических схем с единой шкалой, а также фрагментарностью палеомагнитных данных в палеогену. В разрезе палеогена Армении выделено семь обратномаг-