

К.Г. Ширинян, Л.Б. Нагапетян

О НЕКОТОРЫХ ГЕОЛОГО-ПЕТРОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ НОВЕЙШЕГО БАЗАЛЬТОВОГО ВУЛКАНИЗМА АРМЕНИИ

Изучение базальтового вулканизма имеет большое значение в познании истории развития земной коры и ее взаимоотношения с мантией. Вот почему уяснение многих вопросов происхождения базальтовых магм имеет не только петрологическое, но и общегеологическое значение. Это равным образом относится и к новейшему — верхнеплиоцен-четвертичному базальтовому вулканизму Армении.

Геолого-петрографические особенности базальтового вулканизма Армении в разные годы, с той или иной детальностью, рассматривались многими исследователями. В последние годы особенно детально они рассмотрены в работах А.А.Адамян (1961, 1963, 1968, 1969, 1970, 1971), посвятившей многие годы минералого-геохимическому изучению базальтов Лорийского плато и Приереванского района; Э.Х.Харазяна (1968, 1969, 1970, 1971), осветившего геолого-петрографические и петрохимические особенности базальтов Кечутского вулканического нагорья и прилегающих плато.

Несмотря на это интерес к базальтовому вулканизму не ослабевает и он в целом остается объектом дальнейших исследований по следующим причинам: в имеющихся работах освещены геолого-петрографические и геохимические особенности базальтового вулканизма лишь отдельных областей представляющих, главным образом, оторванные друг от друга районы Лорийского и Приереванского плато. Нет совершенно данных по базальтовому вулканизму Сюникского и Кафанского вулканических областей, и, что самое главное, отсутствуют сопоставления и сравнения особенностей базальтового вулканизма различных вулканоструктурных зон.

В связи с изложенным, а также по причине имеющихся неувязок, между данными отдельных исследователей мы на сегодня не имеем цельной картины геологических условий проявления, феноменологических и петрохимических особенностей базальтового вулканизма Армении в ее позднеорогенной стадии развития.

В объеме небольшой статьи, естественно, трудно рассмотреть все вопросы базальтового вулканизма, и поэтому в данном сообщении мы ограничиваемся разбором некоторых аспектов геологии и петрохимии базальтов, представляющими, на наш взгляд, первоочередной интерес.

Новейший базальтовый вулканизм Армении в своем пространствен —

том размещении обнаруживает четкую приуроченность к определенным областям, представляющим самостоятельные блоковые структуры, а внутри них к конкретным тектоническим элементам.

Новейший базальтовый вулканизм проявляется в пределах двух тектонически обособленных структур (мегаблоков) — Транскавказского меридионального поднятия (Западная зона вулканизма) и Мисхано-Западно-Кавказского мегаантиклинория (Восточная зона вулканизма), ориентированного в СЗ-ЮВ направлении (Ширинян, 1969). В пределах первой структуры можно выделить три относительно самостоятельные очаговые зоны базальтового вулканизма, расположенные в пределах Кечутского и Арагацского шитовидных массивов. В пределах Мисхано-Западно-Кавказского мегаантиклинория также намечаются три обособленные очаговые зоны, расположенные в пределах Гегамского и Сюникского шитовидных вулканических массивов и Кафанского антиклинория.

Все указанные шитовидные массивы в неотектоническом плане рассматриваются нами как относительно обособленные блоковые структуры, подчиненные указанным выше мегаблокам.

Базальтовый вулканизм двух крупных структурных единиц сопоставляется прежде всего по типу и масштабности проявления. В пределах Транскавказского поперечного поднятия (Западная зона) базальтовый вулканизм представлен исключительно линейными извержениями, приуроченными к тектоническим нарушениям типа сквозьжировых разломов. Тип извержений эффузивный.

В пределах Кечутского шитовидного массива такое нарушение проводится по его осевой части в виде крупной меридиональной трещины, погребенной в настоящее время под более молодыми вулканическими образованиями (Харазян, 1969).

В пределах Арагацского массива линейные извержения базальтовых лав констатированы в двух отдельных районах: на западных отрогах вдоль бассейна р.Ахурян и на юго-востоке (Приереванский район) вдоль современного русла реки Раздан.

Базальтовые излияния, связанные со сквозьжировыми разломами, по всей вероятности, связаны с верхнемантийными очагами. Об этом свидетельствуют, как мы убедимся ниже, выдержанность химического состава пород базальтовой формации во времени и в пространстве в пределах каждой из очаговых зон, а также огромные объемы излияний. Сквозьжировые излияния базальтов затопляют большие площади, достигая 300-400 метровой суммарной мощности. С этим типом излияний связаны базальты, слагающие Лорийское и Абовянское плато, бассейн р.Ахурян.

В Восточной зоне линейные сквозьжировые излияния базальтов известны лишь в Гегамской вулканической области где, однако, они проявлены значительно слабее. Спецификой Восточной зоны является центральный базальтовый вулканизм представленный не только в эффузивной но и в эксплозивной типах активности. Вулканические центры выражены небольшими шлаковыми конусами (с кратерами или без кратеров) расположенными по одному или группами.

Характерны непродолжительные, по длине, потоки (Гарусар, Нораше-

ник и др.) и небольшие по площади залегания и мощности покровы (Ераблурское плато).

Особенности центрального базальтового вулканизма Восточной зоны и некоторые особенности петрохимии и очаговой эволюции лав, на которых мы остановимся ниже, дают нам основание говорить о приповерхностном внутрикоровом положении очагов их активности. Питание периферических очагов осуществлялось по второстепенным разломам, оперяющим главные разломы, возможно также связанные с очагами верхней мантии.

Перейдем к рассмотрению петрохимических особенностей базальтов.

Петрохимические особенности базальтовых лав Армении указывают, с одной стороны, на различные способы передвижения материнских магматических расплавов от места генерации до поверхности земли, с другой, на их связь с рядом изолированных друг от друга локальных очагов магмы.

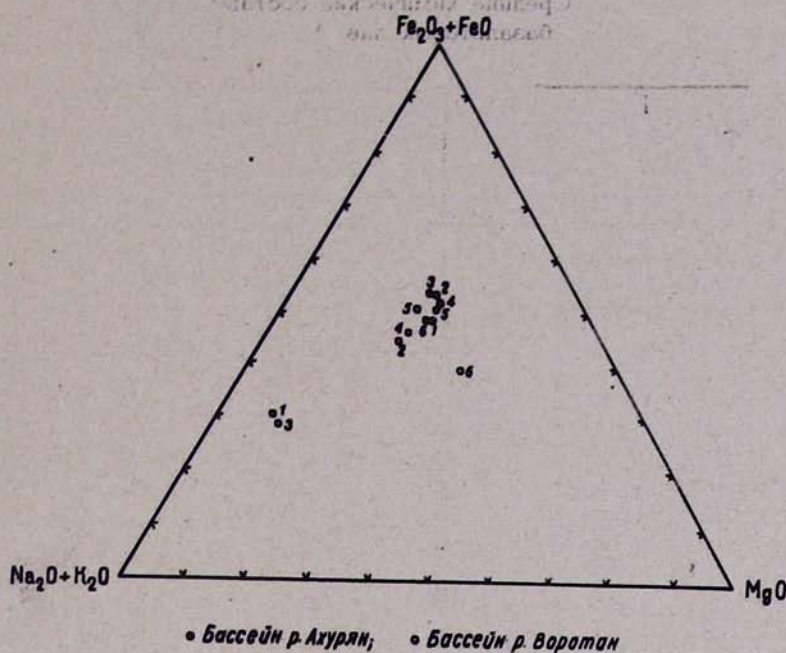
Следует полагать, что при наличии сквозной связи базальтового очага с центром активности на земной поверхности имелись наиболее благоприятные условия для быстрого перемещения магматического расплава снизу вверх, воспрепятствовавшие нормальному ходу кристаллизационной дифференциации. Наоборот, образование разветвленной системы подводящих каналов, связывающих промежуточные периферические камеры магмы с главными магмоподводящими нарушениями, не только способствовало нормальному течению кристаллизационной дифференциации первичного расплава, но и создавало условия для его контаминации путем мобилизации вещества земной коры.

Обратимся к некоторым фактам. На тройной диаграмме (фиг. 1) $MgO - (FeO + Fe_2O_3) - (Na_2O + K_2O)$ сопоставляются анализы бассейнов рек Ахурян (Арагацский массив) и Воротан (Сюникский массив), соответственно представляющие линейные извержения Западной зоны вулканизма и центральные многовыходные излияния Восточной зоны. В первом случае (черные кружочки) компактность расположения точек свидетельствует об отсутствии каких-либо существенных вариаций, связанных с дифференциацией. Во втором случае (белые кружочки), напротив очевидна неоднократная дифференциация, вызванная небольшими перерывами в эруптивном акте*.

В основании обнаженной части разреза р. Воротан залегают андезитовые туфобрекчии ($cSiO_2 = 60,63$ и при коэффициенте железистости $f = 9,13$), над ними залегает поток роговообманковых базальтов ($SiO_2 = 50,99, f = 6,81$); третий снизу слой представлен андезитовыми туфовыми песками ($SiO_2 = 60,51, f = 7,33$), и далее следует поток роговообманкового базальта ($SiO_2 = 50,99, f = 7,00$). Завершается разрез потоками оливинового базальта ($SiO_2 = 46,60$ и $f = 5,38$).

Приведенные данные достаточно четко отражают ход очаговой дифференциации магматического расплава в периферическом очаге между отдельными эруптивными актами.

* Порядковые номера на диаграмме соответствуют последовательности излияния.



Фиг. 1. Вариационная диаграмма $MgO - (Na_2O + K_2O) + (Fe_2O_3 + FeO)$ базальтовых лав бассейнов рек Ахуран и Воротан

Следует указать, что роговообманковые лавы являются спецификой базальтового вулканизма Сюникского и Кафанского вулканических областей. Роговообманковые базальты Сюникской области к тому же богаты порфировыми включениями апатита (Ширинян, 1970). Все это указывает на связанное с очаговой дифференциацией скопление различных газов и водяных паров, а также на контаминацию магмы в периферических очагах.

Имеются другие — прямые факты, указывающие на мобилизацию базальтовым расплавом гранитового вещества коры. Об этом, в частности, свидетельствуют впервые обнаруженные нами в шлаковой постройке вулкана Гарусар и в его лавовом потоке эналогенных, метаморфически измененных хадалитов гранитоидных интрузий, а также друзы и отдельные кристаллы вторичного кварца.

Рассмотрим другие — общие и частые петрохимические особенности базальтовых лав Армении.

Мы не видим необходимости нагромождать данное сообщение многочисленными анализами базальтов, тем более, что многие из них опубликованы. В таблице 1 приведены средние химические составы базальтов по отдельным вулканоструктурным зонам. Более наглядно вырисовыва-

Средние химические составы новейших
базальтовых лав Армянской ССР

Окислы	Кечутское нагорье	Арагацское нагорье		Гегамское нагорье	Сюник- ское на- горье	Кара- ский рай
		Западные отроги	Приереван- ский район			
1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	49,81	49,86	48,72	50,15	48,64	44,7
TiO ₂	1,20	1,30	1,03	1,21	1,35	1,1
Al ₂ O ₃	17,15	16,84	18,14	17,80	16,95	14,0
Fe ₂ O ₃	4,38	5,52	5,30	6,96	6,96	9,2
FeO	6,42	6,05	5,42	3,09	2,85	2,2
MnO	0,13	0,10	0,20	0,15	0,17	0,3
MgO	5,79	5,40	6,01	4,96	5,34	8,6
CaO	9,39	9,35	9,63	8,95	9,12	11,7
Na ₂ O	3,71	3,40	3,23	4,30	4,23	3,1
K ₂ O	1,47	1,13	1,29	1,73	2,18	1,6
P ₂ O ₅	0,08	0,20	-	0,22	0,80	1,1
H ₂ O	0,48	0,35	0,41	0,05	0,34	0,2
П.П.П.	0,40	0,59	0,55	0,72	0,93	1,3
Сумма	100,41	100,09	99,93	100,29	99,96	100,6
Количес- тво ана- лиз	20	24	8	9	19	7

Числовые характеристики по А.Н.Заварицкому

a	10,4	9,3	9,3	12,1	12,7	10,1
c	6,4	6,8	7,9	6,1	5,3	3,4
b	25,1	24,8	24,8	22,8	24,3	34,7
S _i	58,1	59,1	58,0	59,0	57,7	50,8
f _i	40,1	43,0	40,8	40,6	37,1	29,1
m _i	39,3	37,6	42,2	37,5	38,2	41,1
c	20,6	19,4	17,0	21,9	24,7	29,8
n	78,9	82,1	78,8	79,3	74,7	79,1
У	15,3	19,1	18,7	26,8	25,3	22,3
t	1,7	1,9	1,5	1,7	2,1	2,1
Q	-11,0	-7,2	-10,5	-12,3	-15,3	-23,1
a/c	1,6	1,3	1,2	2,0	2,4	3,1

Нормативные минералогические составы

1	2	3	4	5	6	7
Q	-	-	1,2	-	-	-
Or	8,9	6,7	7,8	10,0	12,8	9,5
Ab	28,8	28,8	27,3	29,0	28,6	13,6
Ne	1,4	-	-	3,9	3,8	11,1
An	25,6	27,3	31,2	24,5	21,3	15,3
Ol	9,0	0,4	6,7	-	4,7	6,1
Dy	17,1	14,7	13,3	14,9	14,3	27,7
Hu	-	8,4	2,2	5,4	-	-
ap	-	0,3	-	0,3	2,0	2,7
il	2,3	2,4	2,0	2,3	2,6	2,7
Mt	6,3	7,9	7,6	6,9	5,8	4,2
Hm	-	-	-	2,2	3,0	6,4
Сумма	99,4	98,1	98,1	99,4	98,9	99,3

Сериальные индексы по А.Ритману

б	3,9	3,0	3,6	5,1	7,3	17,7
---	-----	-----	-----	-----	-----	------

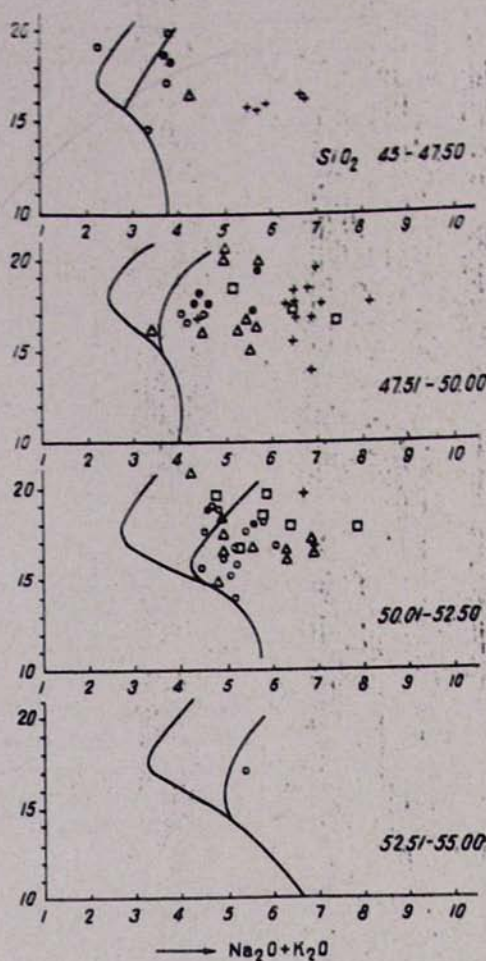
ются петрохимические особенности базальтового вулканизма в целом и по отдельным областям на приведенном нами графическом материале, составленном с учетом всех имеющихся анализов. При составлении таблицы средних составов и графических рисунков, кроме личных данных, нами использованы анализы А.А. Адамян, К.И. Карапетяна, Э.Х. Харазяна, Ю.Г. Гукасяна и др.

Цифровой и графический материалы в целом свидетельствуют о щелочном характере новейшего (позднеорогенного) базальтового вулканизма Армении. Сказанное особенно наглядно вырисовывается на известной классификационной диаграмме $Al_2O_3 - (Na_2O + K_2O) - SiO_2$, предложенной Куно (Куно, 1960). Исключение составляют несколько анализов, расположенных в пределах поля высокоглиноземистых базальтов и всего один анализ в пределах толеитового поля.

Относя все базальты к щелочному семейству пород, мы не можем не заметить и существенные различия между представителями отдельных структурных зон.

Наименее щелочными являются базальтовые лавы Арагацского нагорья. Они же характеризуются высоким содержанием глинозема, в связи с чем на диаграмме $Al_2O_3 - (Na_2O + K_2O) - SiO_2$ (фиг. 2), они занимают близкое к глиноземистому полю положение. Лавы Арагацского нагорья характеризуются и наименьшей калиевой щелочностью, что хорошо отражено не только в весовых соотношения щелочных окислов (K_2O/Na_2O), но и в соотношения Or/Ab в нормативном пересчете минералов (табл. 1).

Низкая щелочность лав арагацской структуры находит свое отра-



Фиг. 2. Диаграмма $Al_2O_3 - Na_2O + K_2O - SiO_2$ (по Куно) для базальтовых лав Армении

△ Мечутское нагорье; Арагацское нагорье;
1. Приереванский р-н, 2. Западные отроги;
□ Гегамское нагорье, + Сюникское нагорье

жение также в числовых характеристиках А.Н. Заварицкого: относительно низкие значения параметра "а" и соотношений "а/с".

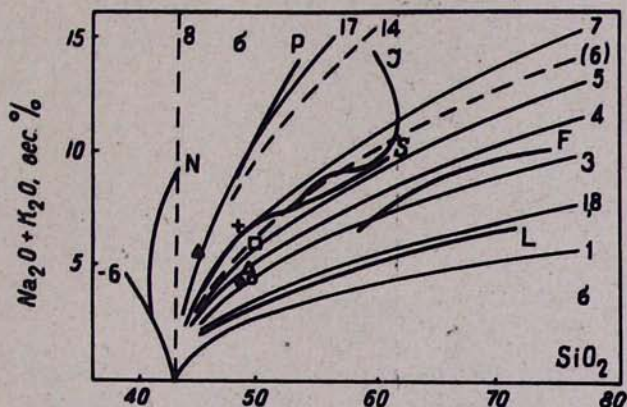
Можно к этому добавить, что в нормативно-минералогическом составе отсутствие нефелина констатируется только в лавах арагацкого нагорья (табл. 1).

Коэффициент щелочности базальтов различных вулканоструктурных зон убывает в следующей последовательности: Сюникское нагорье -

13,4, Гегамское нагорье - 12,0, Кечутское нагорье - 10,3, Приереванский район Арагацской области - 9,3, западные отроги Арагацской области - 9,1. В той же последовательности убывают соотношения K_2O/Na_2O , соответственно равные: 0,51, 0,40, 0,39, 0,38, 0,32.

Согласно классификационной схеме Ритмана (Rittmann, 1958) базальтовые лавы Армении можно отнести к двум родственным группам: к Тихоокеанской (известково-щелочной ряд) и к Атлантической (натровый ряд). Причем выясняется, что Тихоокеанский тип представляют базальты Западной зоны вулканизма, а Атлантический тип - базальты восточной зоны (табл. 1, фиг. 3). Кроме того, среднее значение сериального индекса лав Гегамского нагорья ($\delta = 5,1$) говорит о его переходном (субкальциево-натриевом) типе, а среднее значение сериального индекса лав Сюникского нагорья ($\delta = 7,3$) дает нам основание отнести их к слабому (субнатриево-кальциевому) типу, приближающемуся даже к среднему (натрий-кальциевому) типу атлантической родственной группы. Типичными представителями этой группы являются базальты Кафанского района (табл. 1).

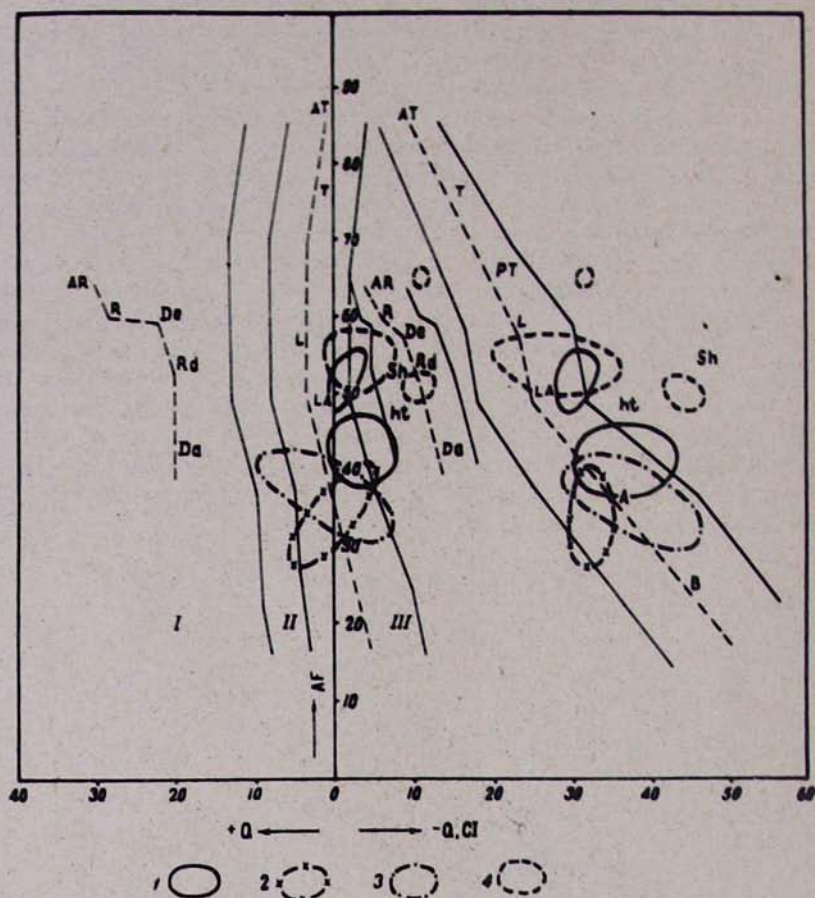
Петрохимические различия базальтовых лав различных структур достаточно наглядно отражены и на диаграмме $\pm Q : AF : Cl$ (фиг. 4), составленной по методу Иванова (1962).



▲ Кечутское нагорье; Арагацское нагорье;
○ Приереванский р-он; ○ Западные отроги;
◻ Гегамское нагорье; + Сюникское нагорье
▲ Кафанский район

Фиг. 3. Диаграмма отношений между кремнекислотой и щелочами (по Ритману) для базальтовых лав Армении

На диаграмме хорошо отражены не только различия в щелочности, но и различия в содержании цветных минералов (Cl - цветной индекс) и кварца ($\pm Q$). Как видно из диаграммы, содержание сво-

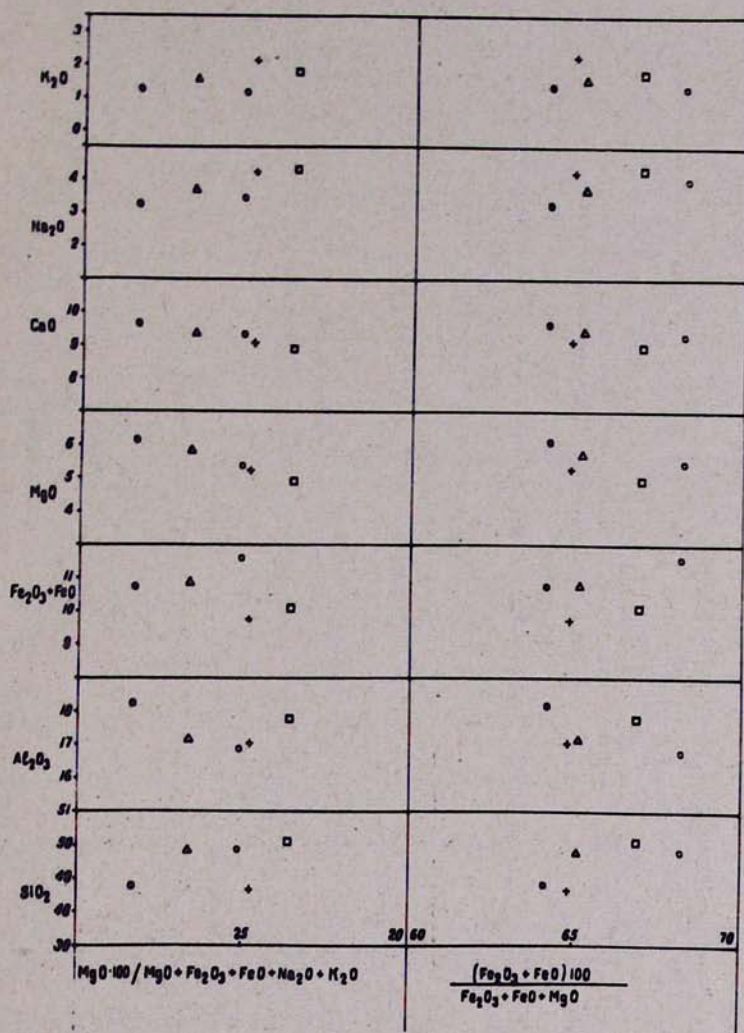


Фиг. 4. Диаграмма $\pm Q : AF : Cl$ (по Иванову) для базальтовых лав Армении: 1. Лорийское плато, 2. Бассейн р. Ахурян, 3. Приереванский район, Сюникское нагорье.

бодного кварца наиболее характерно для лав Арагацского нагорья. В общем можно указать, что щелочность возрастает с уменьшением цвеного индекса. Наблюдаемые исключения (Сюникское нагорье) связаны, возможно, с контаминацией магмы во вторичных периферических очагах.

Отсутствие прямой связи между щелочностью и избыточным кварцем свидетельствует о том, что та или иная щелочность базальтов является первичным признаком расплава, а не наложенным явлением.

Некоторые дополнительные петрохимические характеристики базальтов различных структурных зон отражены на диаграмме показателей дифференцированности (фиг. 5).



▲ Мечутское нагорье, Арагацское нагорье, ■ Приреванский р-он, ♦ Западные отроги,
□ Гегамское нагорье, + Станисское нагорье

Фиг. 5. Диаграмма коэффициента дифференциации базальтовых лав Армении.

Из сравнений показателей индексов затвердевания нетрудно видеть, что наименее дифференцированные базальты представляют западную зону глубокопрофильных трещинных излияний. Базальты этой же зоны характеризуются относительно высокими значениями $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ и MnO .

Из диаграммы выявляется следующая общая закономерность: чем

Таблица 2

Особенности новейшего базальтового вулканизма Армении

Западная зона вулканизма	Восточная зона вулканизма
1. Тип извержений, природа магмоподводящих каналов и очагов	
1. Эффузивные трещинные извержения	1. Центральные многовыходные эффузивные и эксплозивные извержения. Трещинные эффузивные извержения
2. Разломы глубинного заложения, имеющие большое (до нескольких десятков км.) протяжение.	2. Моногенные кратерные или безкратерные вулканы малых размеров, расположенные на небольших площадях. Небольшие трещины, оперяющие главные магмоподводящие разломы.
3. Предполагается связь извержений с крупными очагами в верхней мантии.	3. Извержения связаны со вторичными периферическими очагами.
2. Морфоструктурные особенности продуктов извержения	
1. Платообразующие покровы, занимающие большие площади. Мощности значительные (до нескольких сот м.)	1. Короткие потоки и маломощные покровы, занимающие небольшие площади. Эксплозивные, аккумулятивные шлаковые конусы.
3. Петрографические и петрохимические особенности	
1. Щелочные оливиновые базальты Тихоокеанского (известково-щелочного) ряда.	1. Щелочные оливиновые и щелочные роогообманковые базальты трахибазальты, базаниты, атлантического (натриевого) ряда.
2. Характерная структура долеритовая.	2. Структура порфировая с микролатовой или полнокристаллической основной массой. Структура лавокластов витропорфировая.

выше коэффициент затвердевания, тем ниже щелочность базальтов и, наоборот, выше магнезиальность и извесковость: железистость убывает соответственно уменьшению коэффициента затвердевания, но начальные соотношения железистости и коэффициента затвердевания в базальтах Западной и Восточной зон вулканизма различны.

Наибольшую глиноземистость имеют базальты Приереванского района. В целом в базальтах Западной зоны глиноземистость закономерно убывает с уменьшением коэффициента дифференциации.

В Восточной зоне вулканизма мы наблюдаем обратную картину, обусловленную, во всей вероятности, контаминацией магмы.

Изложенный выше претрохимический материал удачно дополняет сложившиеся у нас геологические представления о базальтовом вулканизме Армении. Претрохимическая специфика базальтов каждой из главных и подчиненных им структур является неоспоримым фактом, лишний раз подтверждающим пространственную разобщенность очагов базальтовой магмы. Однако она ставит перед нами новый вопрос: чем обусловлены первичные различия химизма материнских расплавов в пределах каждого самостоятельного очага?

Ответить на этот вопрос очень трудно, поскольку на сегодня не только в Армении, но и во всех других областях проявления базальтовых магм нет достаточного фактического материала, объясняющего причину генерации различных типов базальтовых магм. В конечном итоге это может быть обусловлено тектонической обстановкой выплавки магмы и различиями в составе пород, служащими источниками магмообразования.

В рассмотренном нами примере базальтового вулканизма Армении различия тектонической обстановки обусловлены наличием мелких блоков структур, развитых на общем тектоническом фоне позднеорогенной складчатости. Смена состава материнских магмообразующих пород могла иметь место в связи с различными глубинами генерации магм, поскольку в пределах сравнительно небольшой территории Армении говорить о горизонтальных неоднородностях мантийных пород не приходится.

В различных структурных зонах Армении химические особенности формирующихся базальтовых магм определялись, по-видимому, различными глубинами первичных очагов выплавки.

Изучая связь между глубиной фокальной поверхности и петрологическими и геохимическими особенностями вулканов Курильской островной дуги, Э.К.Мархини и Д.С.Стратула (1971) обнаружили четкую функциональную зависимость между ними. В частности, было установлено, что с увеличением глубины в однотипных породах закономерно увеличивается в породах K_2O и Na_2O , отношение K_2O/Na_2O , величины индексов а-Заварицкого и б-Ритмана, коэффициент щелочности. Закономерно уменьшается сумма окислов железа, среднее содержание SiO_2 .

Отмеченные взаимоотношения отдельных коэффициентов находят свое отражение и в базальтовом вулканизме Армении. В этой связи, опираясь на них, мы можем предполагать, что в Восточной зоне вул-

анизма генерация базальтовых расплавов имела место на сравнительно больших глубинах, чем в Западной зоне. В самой Западной зоне базальтовые лавы Кечутского массива, по сравнению с лавами Арагацского массива, связаны с относительно большими глубинами.

Е.К.Мархинин и Д.С.Стратула указывают, что с увеличением глубины иногда появляется роговая обманка. Связь роговой обманки сочла-гами больших глубин отмечалась ранее на основании изучения рогово-обманковых лав Сюникского массива (Ширинян, 1969) и, следовательно, нет противоречия с вышеизложенными предположениями о различных глубинах генерации базальтовых магм в Армении.

Имеющиеся по Курильской островной дуге данные (Мархинин, Стратула, 1971) зависимости некоторых параметров химического состава пород от глубины их очага дают нам основание предполагать, что выплавка базальтовых магм в Армении могло иметь место на глубинах порядка 200 км.

Говорить о глубине формирования базальтовых магм каждого из вулканоструктурных зон мы не можем, ввиду отсутствия данных о глубине формирования аналогов всех петрохимических типов базальтов Армении в цепи действующих вулканов Курильской островной дуги.

ЛИТЕРАТУРА

- Адамян А.А. Неогеновые и четвертичные эффузивные породы Приереванского района. Изв. АН Арм.ССР, т.ХІУ, № 6, 1961.
- Адамян А.А. Петрохимические особенности плиоценовых основных эффузивных пород Армении. Сб. "Петрохимические особенности молодого вулканизма", Изд. АН СССР, М., 1963.
- Адамян А.А. К геохимии лавовых образований Лорийского плато Армении. Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле", т.21, № 6, 1968.
- Адамян А.А. Базальты. Геология Армянской ССР, том ІУ, Петрография - вулканические породы, Изд. АН Арм.ССР, 1970.
- Адамян А.А. К вопросу происхождения верхнеплиоценовых базальтовых лав северо-западной части Арм.ССР на примере Лорийского плато. "Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне, "Тезисы доклада Ш Всесоюзного вулк. совещания, Изд. Львовского Университета, 1969.
- Адамян А.А. Распределение элементов-примесей в минералах высокоглиноземистых базальтовых лав Лорийского плато (Армянская ССР). Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле", т.24, № 2, 1971.
- Гукасян Ю.Г. Долеритовые базальты бассейна среднего течения р.Ахуран (окрестности с.Ваграмаберт). Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле", № 4, 44-52, 1970.
- Карапетян К.И. Верхнеплиоцен-четвертичные магматические формации и вулканизм Армении. Изв. АН Арм.ССР "Науки о Земле", № 3, 1969.
- Мархинин Е.К. Стратула Д.С. Некоторые петрологические, геохимические и геофизические аспекты связи вулканизма с глубинами Земли. В кн. "Вулканизм и глубины Земли", "Науки", М., 1971.

- Харазян Э.Х. Новейшие вулканические образования верховьев р.Аху-
рян (Арм.ССР). Изв. АН Арм.ССР, сер. "Науки о Земле", № 5,
1968.
- Харазян Э.Х. Новейший вулканизм северо-западной части Армянской
ССР. "Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Аль-
пийской геосинклинальной зоне", Тезисы докладов к III Всесоюзно-
му вулканологическому совещанию, Изд. Львовского Университета,
1969.
- Харазян Э.Х. Центры извержения в районе Кечутского хребта (Армян-
ская ССР). Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле", т.23, 1970.
- Харазян Э.Х. К петрохимической характеристике долеритовых базаль-
тов Северо-Западной части Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР "На-
уки о Земле", т. 24, № 2, 1971.
- Химические составы изверженных и метаморфических горных пород
Армянской ССР, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1962.
- Ширинян К.Г. О петрохимических неоднородностях новейших (плио-
плейстоценовых) вулканитов Армянской ССР. ДАН Арм.ССР, т. 48,
№ 4, 1969.
- Ширинян К.Г. Структурный контроль петрографических и минерало-
го-геохимических особенностей новейших вулканических комплек-
сов Армении. "Вулканизм и формирование минеральных месторож-
дений в Альпийской геосинклинальной зоне", Тезисы докладов к
III Всесоюзному вулканологическому совещанию, Изд. Львовского
университета, 1969.
- Ширинян К.Г. О кристаллизации апатита в лавах Сюникского вулка-
нического нагорья. Сб. "Вопросы магматизма, рудообразования и
минералогии Армянской ССР", Записки Армянского отделения Все-
союзного минералогического общества, вып. 4, Изд. гос. универ-
ситета, 1970.
- Ширинян К.Г. Позднеорогенный вулканизм. В кн.: "Позднеорогенный
кислый вулканизм Армянской ССР", Изд. АН Арм.ССР, Ереван,
1971.
- Иванов Р. Един петрохимичен метод и моделната систематика на
някои магмениски. Известия на Геологически институт "Стра-
шимир Димитров", кн. XI, 1962.