Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 4, 44—52, 1970

Ю. Г. ГУКАСЯН

ДОЛЕРИТОВЫЕ БАЗАЛЬТЫ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АХУРЯН (ОКРЕСТНОСТИ С. ВАГРАМАБЕРТ)

На территории Армянской ССР среди продуктов новейшего вулканизма в геологическом и петрологическом отношении исключительно важный интерес представляют долеритовые лавы. Они широко распространены в бассейнах р.р. Дзорагет, Машавера, Ахурян, Раздан, Касах, слагают каньоны указанных рек и обширные Лорийское, Канакерское и Егвардское плато.

На севере Армянской ССР долериты прослеживаются на значительном пространстве от с. Амасия по долине р. Ахурян до с. Верх. Канлиджа, где перекрываются нижнечетвертичной озерной толщей Ленинаканской котловины. Из-под озерной толщи они вновь обнажаются южнее, в нижнем течении р. Ахурян, образуя там отвесные обрывы каньона реки.

Геологические условия залегания

Вопросами геологии, стратиграфического положения и возраста долеритовых лав Армении занимались многие исследователи, из которых в первую очередь следует указать К. Н. Паффенгольца, А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, Л. А. Рудзянского, Ц. Г. Акопяна, В. М. Амаряна, Э. Х. Харазяна и др.

Названными авторами с различной полнотой освещались также петрографические особенности и химический состав этих образований, однако число специальных исследований по этому вопросу остается недостаточным. Так, А. А. Адамян в 1962—1965 г. выполнила детальное петрографическое и минералого-геохимическое исследования долеритовых лав Лорийского плато; Э. Х. Харазян исследовал новейшие вулканические образования верховьев бассейна р. Ахурян и в их составе также долериты (Э. Х. Харазян, 1968). Однако, долериты бассейна среднего течения р. Ахурян специальными петрографическими исследованиями охвачены не были и данная статья имеет целью восполнить этот пробел.

Относительно возраста описываемых основных лав в геологической литературе нет единого мнения и этот вопрос продолжает оставаться дискуссионным. Так, в 1936 г. К. Н. Паффенгольцем южная часть толщи долеритовых лав, развитая на обширном пространстве от с. Амасия до с. Верх. Канлиджа отнесена к четвертичному времени, а те же лавы, залегающие к северу от Амасии—к олигоцену. Указанным автором (К. Н. Паффенгольц, 1947) к четвертичному времени относятся также долеритовые лавы Лорийского плато, каньонов р.р. Машавера и Дебед (лавы типа «Д»). На основании детальных исследований А. Т. Асланяна и В. М. Амаряна установлено, что долеритовые лавы, простирающиеся

к северу и к югу от Амасии, составляют единый непрерывный покров. По мнению А. Т. Асланяна (1958), возраст долеритовых базальтов каньона р. Ахурян, а также ущелий р.р. Дебед, Дзорагет и Машавера должен определяться как верхнеплиоценовый. Долеритовые базальты Егвардско-Канакерского плато, южных и западных склонов массива г. Арагац и оз. Арпи-лич по мнению всех исследователей в возрастном отношении синхронны и сходны по составу. А. Т. Асланян (1949, 1950) считает, что для указанных участков наиболее вероятным является верхне-акчагыльский возраст описываемых лав. В пользу единого верхнеплиоценового возраста всех долеритовых лав названных районов свидетельствуют также палеомагнитные исследования, выполненные Ц. Г. Акопяном (1955, 1958).

Наши полевые наблюдения, проведенные в 1966 г. в среднем течении р. Ахурян, а также сопоставление петрографического и минералогического составов долеритовых лав смежных районов, еще раз подтверждают полное сходство и синхронность этих образований. Учитывая это обстоятельство мы также склоняемся к верхнеплиоценовому (акчагыл) возрасту долеритовых лав исследованного нами района.

Долеритовые базальты, слагающие оба борта каньона р. Ахурян в ее среднем течении, залегают с большим эрозионным и угловым несогласием на древних отложениях турона, сенона, эоцена, олигоцена и верхнего миоцена. На участке от с. Амасия до с. Ваграмаберт в каньоне р. Ахурян в основании долеритовых лав залегают главным образом эоценовые образования, обнажающиеся у с. Капс и у моста через р. Ахурян, вдоль шоссейной дороги Ленинакан-Амасия. Они представлены, главным образом, пестрыми кислыми вулканическими образованиями андезито-дацитового и дацитового составов с крупными гнездами и миндалинами кальцита и яшмы.

С целью изучения петрографического, минералогического и петрохимического составов, а также минерало-геохимических особенностей долеритовых лав, слагающих каньон р. Ахурян на участке от с. Ваграмаберт до с. Амасия, составлялись детальные разрезы толщи лав по каньону.

Ниже приводится описание одного из характерных разрезов, прослеженных по левому борту каньона в 300 м к северу от ЛенГЭС, у с. Ваграмаберт. Глубина каньона на этом участке около 115 м. Здесь снизу вверх обнажаются четыре мощных долеритовых потока.

1. Долеритовый базальт темно-серого цвета с красноватым оттенком, который обусловливается слабой ожелезненностью. Основание потока не обнажается. Средняя его часть плотная, среднезернистая. Отдельность глыбовая. Верхний контакт потока (0,3—0,5 м) имеет ровную поверхность и содержит крупные поры и пустоты размерами до 5—6 см, вытянутые по направлению течения потока. Мощность потока около 17 м.

2. Долеритовый базальт светло-серого цвета. Нижний (мощностью 1—2 м) и верхний контакты потока характеризуются по-

ристой текстурой, оранжево-красным цветом выветрелой поверхности и мелкоглыбовой отдельностью. В центральной части потока отдельность столбчатая. Мощность потока—15 м.

3. Долеритовый базальт серого, светло-серого, иногда темно-серого цветов. Зона нижнего (мощностью 2—3 м) и верхнего контактов потока сложена шлаковым горизонтом, имеющим характер ожелезненной агломератовой лавы. Она сопровождается также небольшими пещерами высотой 1,5—2,0 м. Обломки ошлакованной породы в этой зоне имеют размеры от нескольких см до 35 см. В центральной части поток сложен среднезернистыми разностями, имеющими шаровую отдельность. Мощность потока 25 м.

4. Долеритовый базальт серого и светло-серого цветов. Поток имеет в основании неправильную отдельность и пористую текстуру. Верхний контакт сложен агломератовой лавой. Отдельность потока в целом глыбовая, текстура массивная. Порода имеет среднезернистое сложение. Мощность потока около 25 м.

Описанные потоки долеритов перекрываются черными туфами ереван-ленинаканского типа мощностью около 30 м. Возраст этих туфов определяется как миндель-миндель-рисс по их залеганию в обнажениях к югу от с. Ваграмаберт над Ленинаканскй озерной толщей.

Сходное строение имеют системы долеритовых потоков, изученные у моста по дороге Ленинакан-Амасия и у с. Амасия.

Петрографическое описание

По внешнему виду долериты представляют собой серую, светло-серую, иногда черно-серую породу среднезернистого сложения с глыбовой, шаровой или столбчатой отдельностью. В шлаковых слоях они приобретают ноздреватую текстуру и коричневато-красный оттенок.

Структура породы порфировая, структура основной массы долеритовая. Фенокристаллы представлены плагиоклазом, оливином, моноклинным пироксеном. Основная масса сложена плагиоклазом, оливином, моноклинным пироксеном и магнетитом. Крайне редко в основной массе и главным образом в фенокристаллах плагиоклаза и цветных минералов в виде включений появляется апатит.

Количественное соотношение вкрапленников всех породообразующих минералов и основной массы указывает на резкое преобладание последней (93—97%). В составе фенокристаллов темноцветных минералов преобладает оливин, слагающий 1,0—3,2% объема породы, в то время как пироксен либо отсутствует в некоторых разностях, либо его содержание доходит до 1,6%. Вкрапленники плагиоклаза содержатся в количестве 0,8—3,8%. Количественное соотношения пироксена и оливина в основной массе по сравнению с таковыми вкрапленников обратные и указывают на заметное преобладание пироксена над оливином. Средний (из 12 опред.) количественно-минералогический состав изученных долеритов с учетом отдельных минералов как во вкрапленниках, так и

в основной массе представлен следующим образом: оливин—5,55%, пироксен—10,02%, рудный минерал—3,06%, плагиоклаз—81,37%.

Оливин во всех потоках встречается в характерных кристаллах с ромбовидными сечениями, величиной 1,2 мм и возрастающих до 1,8—2,0 мм в нижних потоках долеритовой толщи. Вкрапленники оливина обычно по краям и по поперечным трещинкам интенсивно замещаются иддингситом и гидроокислами железа, реже обнаруживаются также совершенно свежие кристаллы. Сохранность оливина в основной массе чрезвычайно плохая.

Таблица 1

Оптические свойства оливина

Место взятия образца	Потоки	2V	Ng	Np	Содержание Fe^{+2} в атом. %
У моста по дороге Ленинакан—Амасия	1	−86	1,710	1,672	22—23
	2	+88	1,694	1,659	13—13
	3	±90	1,698	1,664	14—15
	4	±90	1,698	1,664	14—15
У ЛенГЭС	1	+88	1,694	1,659	12—13
	2	−86	1,710	1,672	22—23
	3	−86	1,712	1,672	22—24
	4	+88	1,694	1,659	12—13
У с. Амасия	2	−86	1,708	1,672	20—22
	3	−86	1,708	1,672	20—22

Как следует из приведенных оптических данных, изученные оливины по оптическим свойствам отвечают хризолиту с колебаниями содержания Fe^{2+} в пределах 12—24% по диаграмме, приведенной в работе У. А. Дира, Р. А. Хауи и Дж. Зусмана (1965, стр. 37).

Химический состав вкрапленников оливина, выделенных из четвертого потока у с. Амасия (обр. 25/6) и третьего потока у с. Ваграмаберт (обр. 37/6), пересчитанный на 100% после исключения примеси гематита и полевошпатового компонента соответственно номеру плагиоклаза в породах (55—60% An) приведен в табл. 2.

Кристаллохимические формулы оливина рассчитанные на четыре атома кислорода имеют следующий вид:

Обр. 25/6

$$(Mg_{1,63}Fe^{+2}_{0,35}Ca_{0,04}Mn_{0,01})_{2,03}(Si_{0,96}Ti_{0,01}Al_{0,03})_{1,0}O_4$$

Обр. 37/6

$$(Mg_{1,61}Fe^{+2}_{0,41}Ca_{0,05}Mn_{0,01})_{2,08}(Si_{0,91}Ti_{0,01}Al_{0,04})_{0,96}O_4$$

Приведенные формулы свидетельствуют, что изученные оливины по составу катионов соответствуют теоретическому составу, а небольшой недостаток атомов кремния в каркасе компенсируется атомами Ti и Al. Расчет содержания фаялитового компонента по данным химического анализа удовлетворительно совпадает с данными, полученными по оптическим константам.

Таблица 2

Химический состав оливина

Компоненты	Обр. № 25/6			Обр. № 37/6		
	весовые проценты	состав приведен. к 100%*	коэффициенты	весовые проценты	состав привед. к 100%*	коэффициенты
SiO_2	36,15	37,08	0,96	34,40	34,69	0,91
TiO_2	0,66	0,71	0,01	0,66	0,71	0,01
Al_2O_3	1,17	0,91	0,03	1,48	1,25	0,04
FeO	15,02	16,14	0,35	17,58	18,76	0,41
Fe_2O_3	5,41	—	—	3,87	—	—
MnO	0,28	0,30	0,01	0,36	0,39	0,01
CaO	1,78	1,67	0,04	2,14	1,92	0,05
MgO	40,11	43,11	1,63	39,56	42,22	1,61
Na_2O	0,11	—	—	0,10	—	—
K_2O	0,12	—	—	0,14	—	—
P_2O_5	0,07	0,08	—	0,06	0,06	—
	100,88	Fa=21,00 Fo=79,00		100,35	Fa=25,00 Fo=75,00	

* После исключения примеси гематита и полевого шпата.

Моноклинный пироксен в виде фенокристаллов редок. Он образует призматические и таблитчатые формы, размером 1,3—1,7 мм в длину, а в исключительно редких случаях величина его зерен достигает 3,2 мм (разрез у ЛенГЭС, верхний поток). Почти во всех потоках характерны гломеропорфировые скопления моноклинного пироксена в ассоциации с оливином.

Результаты определения оптических свойств и приближенный состав моноклинных пироксенов по диаграмме М. М. Веселовской (1950) приведены ниже.

Таблица 3

Оптические свойства пироксена

Место взятия обр.	2V	C; Ng	Ng	Np	Состав
У моста по дороге Ленинакан—Амасия					
2—поток	52	44	1,708	1,680	$Wo_{34}En_{18}Fs_{20}$
Там же, 4—поток	58	41	1,709	1,672	$Wo_{41}En_{12}Fs_{14}$
У ЛенГЭС, 4--поток	52	40	1,708	1,680	$Wo_{34}En_{16}Fs_{20}$

На диаграмме химико-генетической классификации М. М. Веселовской фигуративные точки изученных пироксенов ложатся в поле кальциевых авгитов, соответствующих пироксенам—вкрапленникам эффузивных пород. На принадлежность пироксенов из описываемых долеритов к авгитам указывают также значения показателей преломления.

Плагиоклаз является главной составной частью долеритов. Фенокристаллы его представлены сдвойникованными длиннопризматическими или таблитчатыми зернами, размером в среднем 1,5 мм в длину. Зональность в кристаллах проявлена слабо, в виде узкой краевой полоски. По составу плагиоклаз относится к лабрадору с колебаниями

состава в пределах 55—60% анортита для фенокристаллов и 53—58% анортита для лейстов; углы оптических осей (+) 72°—84°. Двойникование кристаллов плагиоклаза во вкрапленниках происходит преимущественно по карлсбадскому закону, реже отмечается альбитовые и альбит-карлсбадские двойники.

Акцессорный апатит в шлифах встречается в виде редких мельчайших кристалликов игольчатой формы. Значение показателя преломления N=+1,633 указывает на принадлежность апатита к ряду фторапатита по диаграмме У. А. Дира и др. (1966).

Основная масса долеритовых лав сложена длинно-призматическими индивидами плагиоклаза, которые располагаясь беспорядочно, образуют угловатые промежутки, заполненные зернами моноклинного пироксена, рудного минерала и разложенными в иддингсит неправильными зернами оливина. Все минералы основной массы связаны с вкрапленниками серийными переходами.

Нижние потоки долеритовой толщи представлены слабо измененными разностями и содержат миндалины размером 2,2 мм в поперечнике, выполненные карбонатом и хлоритом.

Петрохимические особенности

Для петрохимической характеристики долеритовых лав исследованного района по материалам автора выполнено 6 химических анализов, 3 анализа заимствовано у Э. Х. Харазяна (1968), два из которых [7, 8] опубликованы (табл. 4).

Все анализы пересчитаны по методу А. Н. Заварицкого, рассчитан, кроме того, трехкомпонентный состав и построена диаграмма в системе координат $MgO—(FeO+Fe_2O_3)—(Na_2O+K_2O)$ (фиг. 2).

Анализ приведенного материала обнаруживает известное однообразие составов описываемых долеритов, для которых характерны следующие черты химизма. На диаграмме Заварицкого (фиг. 1) в плоскости asb их фигуративные точки постоянно отклоняются от среднего базальта Дэли вправо и располагаются между вариационными линиями Йеллоустонского парка и Этны. Это указывает на заметное повышенное содержание щелочных алюмосиликатов, причем как можно видеть в проекции csb, в сумме щелочей преобладает Na_2O. В ряду известково-щелочных ассоциаций изученные долериты занимают таким образом крайнее правое положение.

Вариации в составе долеритов ущелья р. Ахурян, связанные с незначительным убыванием в направлении от нижних потоков к верхним кремнекислотности и цветного индекса указывают на слабо проявленную дифференциацию отдельных порций базальтового расплава. По параметрам Q и a/c описываемые долериты относятся к классу недосыщенных SiO_2 пород, богатых щелочами.

На тройной диаграмме (фиг. 2) фигуративные точки долеритов образуют рой в верхней части, что указывает на общее преобладание в

Таблица 4

Химический состав долеритовых лав каньона р. Ахурян

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO_2	51,12	50,76	50,92	50,33	51,00	52,61	51,55	50,68	51,59	50,27	50,25
TiO_2	1,21	1,21	1,68	2,02	2,14	1,56	1,07	0,14	1,34	1,30	1,32
Al_2O_3	17,90	16,77	16,75	15,70	16,47	16,87	14,10	18,09	16,86	16,96	16,81
Fe_2O_3	5,05	5,87	6,00	5,41	4,47	4,94	10,08	7,22	5,26	5,27	4,93
FeO	5,05	5,86	6,08	6,37	6,74	4,68	5,10	4,21	5,60	6,14	6,03
MnO	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,14	0,16	0,01	0,10	0,13	0,13
MgO	5,21	5,29	4,90	5,39	5,53	5,04	3,12	5,13	4,77	5,49	6,29
CaO	8,93	9,00	9,00	9,29	9,14	8,79	8,68	8,56	8.62	9,23	8,81
Na_2O	4,00	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	3,90	4,40	4,60	3,82	3,65
K_2O	1,37	1,32	1,32	1,15	1,15	1,32	1,24	1,30	1,40	1,45	1,42
H_2O^-	0,10	0,13	0,02	0,03	0,02	—	0,82	0,22	0,60	0,34	0,36
п.п.п.	0,15	0,12	—	—	—	—	0,20	0,03	0,19	0,39	0,39
Сумма	100,84	100,94	100,84	99,87	100,84	99,95	100,02	99,99	100,93	100,79	100,39

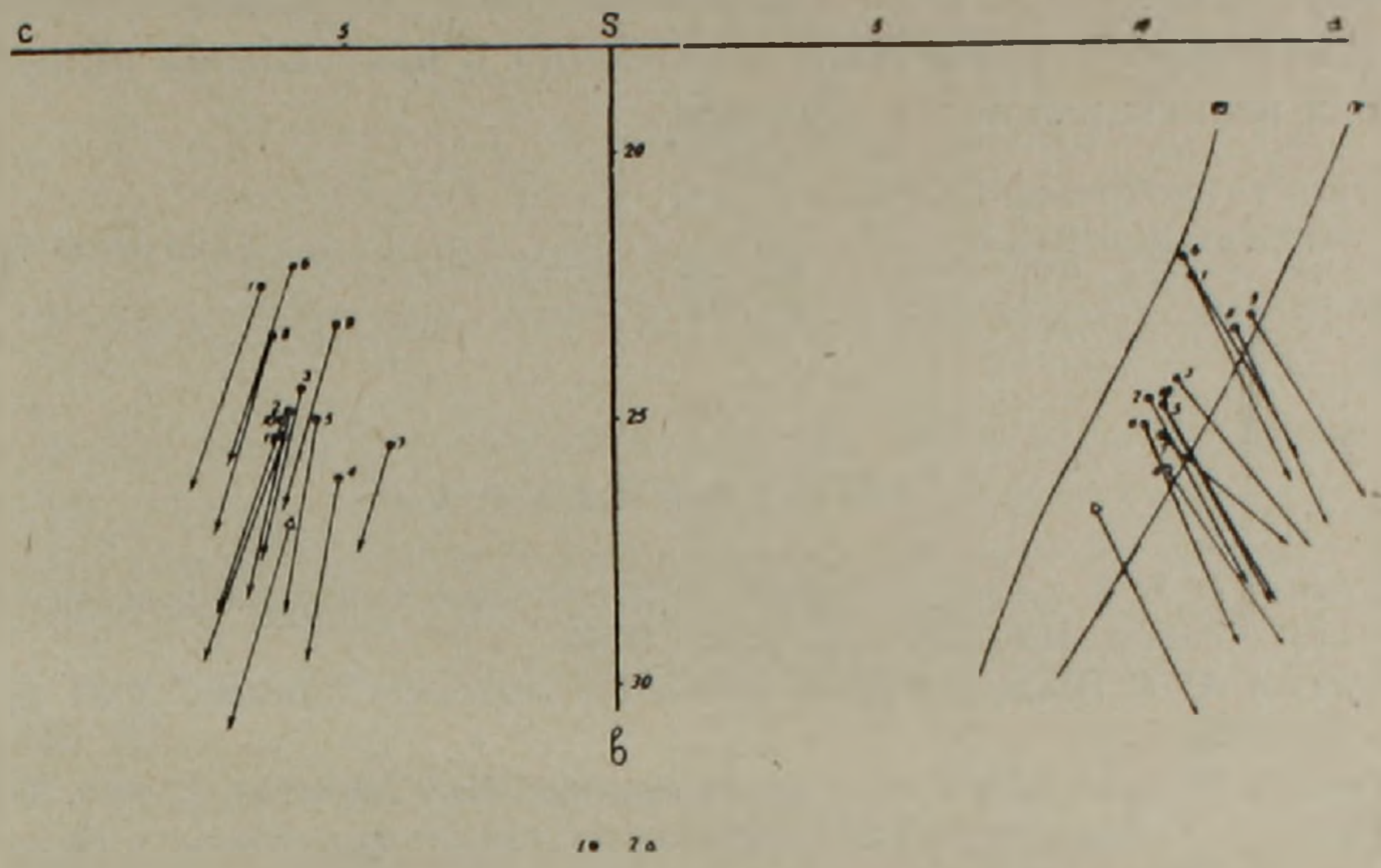
Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a	11,0	10,2	10,7	10,5	10,5	10,8	10,4	11,8	12,1	10,5	10,1
c	6,6	6,1	5,9	5,2	5,6	6,0	4,2	6,4	5,2	6,2	6,2
b	22,4	24,7	24,3	26,0	24,9	22,0	25,4	23,3	23,1	24,9	25,2
s	60,0	59,0	59,1	58,3	59,0	61,1	60,0	58,2	59,6	58,4	58,5
f	41,1	44,1	45,2	41,6	41,5	39,6	54,0	44,0	42,2	42,0	39,6
m′	39,6	36,3	33,6	34,9	37,1	38,6	20,2	38,1	34,2	37,4	42,4
c′	19,4	19,6	21,2	23,5	21,4	21,8	25,2	17,9	22,4	20,6	18,0
n	81,2	81,3	82,2	83,3	83,3	82,3	82,9	83,5	83,2	79,2	79,7
t	2,6	2,7	2,4	3,0	3,2	2,3	1,6	0,2	1,7	1,9	1,9
ψ	19,0	20,0	21,3	17,7	15,2	18,7	34,1	26,8	19,5	18,1	16,3
Q	−8,6	−8,5	−9,1	−9,6	−8,6	−5,2	−5,0	−12,2	−3,7	−10,4	−9,4
a/c	1,7	1,6	1,8	2,0	1,9	1,3	2,5	1,8	2,3	1,7	1,6
σ по Ритману (1964)	3,5	3,3	3,4	3,6	3,3	3,0	2,1	4,2	4,2	3,8	3,5

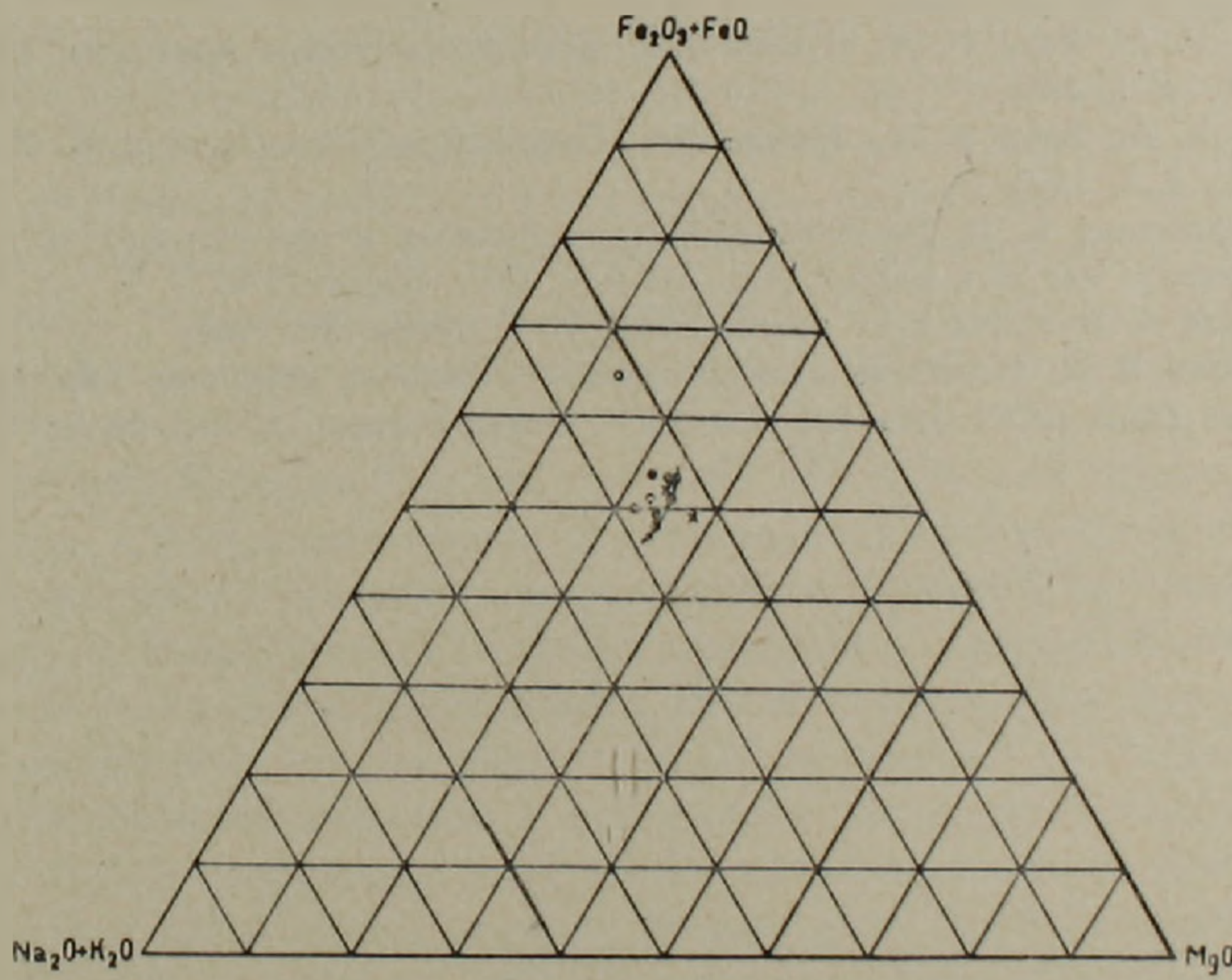
1—левый борт каньона р. Ахурян, разрез у с. Амасия, верхний поток, 2, 3—там же, разрез у моста по дороге Ленинакан—Амасия, соответственно нижний и верхний потоки. 4, 5, 6—там же, разрез у с. Ваграмаберт, соответственно нижний, средний и верхний потоки. 7—верх. течение р. Ахурян, район с. Шурабад. 8—каньон р. Ахурян, между сс. Амасия и Капс. 9—исток р. Ахурян, район с. Цохамарг. 10.—средний состав долеритовых базальтов СВ части Армянской ССР. 11.—средний состав долеритовых базальтов лавовых плато Ахалкалакского нагорья.

Примечание: анализы 7, 8, 9, а также средние составы 10, 11 заимствованы у Э. Х. Харазяна.

составе темноцветных суммарного железа над MgO, хотя некоторые составы обнаруживают небольшое отклонение в сторону обогащенности магнием и щелочами. На той же диаграмме видна слабая дифференциация составов долеритов Ваграмабертского разреза и отклонение вариа-



Фиг. 1. Диаграмма А. Н. Заварицкого для долеритовых лав бассейна среднего течения р. Ахурян. Вариационные кривые: III—тип Иеллоустонского парка, IV—тип Этны. 1. Фигуративные точки изученных долеритов. Номера векторов отвечают порядковым номерам таблицы 4. 2. Средний базальт по Дэли.



Фиг. 2. Вариационная тройная диаграмма $MgO-(Na_2+K_2O)+(Fe_2O_3+FeO)$ для долеритовых лав бассейна среднего течения. р. Ахурян. 1. Долеритовые базальты заимствованные у Э. Х. Харазяна. 2. Долеритовые базальты каньона р. Ахурян по разрезам. 3. Средние долеритовые базальты СЗ части Арм. ССР и лавовых плато Ахалкалакского нагорья.

ционной кривой этого ряда к щелочному углу диаграммы, что указывает на закономерное возрастание щелочности в направлении от продуктов ранних излияний к более поздним.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 12.II.1969.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Асланян А. Т.** К вопросу о возрасте вулканогенной толщи центральной части Малого Кавказа. Изв. АН СССР, № 6, 1949.
2. **Асланян А. Т.** Новые данные о неогеновой тектонике Армении. ДАН Арм. ССР, № 2, 1950.
3. **Асланян А. Т.** Региональная геология Армении. Изд. Айпетрат, Ереван, 1958.
4. **Акопян Ц. Г.** К вопросу об одновозрастности долеритовых базальтов Приереванского района и Лорийского плато (Арм. ССР) ДАН Арм. ССР, т. 21, № 5, 1955.
5. **Акопян Ц. Г.** Опыт стратиграфической корреляции новейших вулканогенных образований Центральной Армении методом магниторазведки. ДАН Арм. ССР, т. 27, № 1, 1958.
6. **Веселовская М. М.** Химико-минералогическое исследование в области пироксенов диопсид-авгитового ряда. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, петрографическая серия, вып. 26, 1950.
7. **Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж.** Породообразующие минералы. Изд. «Мир», М., т. I, 1965.
8. **Дир У. А., Хауи Р .А., Зусман Дж.** Породообразующие минералы. Изд. «Мир», М., т. 5, 1966.
9. **Паффенгольц К. Н.** Геологический очерк Армении и прилегающих частей Малого Кавказа (на арм. языке). Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1947.
10. **Ритман А.** Вулканы и их деятельность. Изд. «Мир», М., 1964.
11. **Харазян Э. Х.** Новейшие вулканические образования верховьев бассейна р. Ахурян (Арм. ССР). Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXI, № 5, 1968.