Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 5, 43—52, 1970

М. А. САТИАН

ОФИОЛИТОКЛАСТОВЫЕ ГРАУВАККИ АЙОЦДЗОРА

Введение

Генезис граувакк остается одним из важных вопросов терригенного седиментогенеза геосинклиналей и, в частности, офиолитовых геосинклиналей в связи с возросшим интересом к проблеме офиолитового магматизма и его места в истории земной коры. Значение граувакковых толщ, развитых обычно в кровле и среди офиолитов, трудно переоценить. Они служат ключом к пониманию стратиграфического положения офиолитов, особенностей их строения (зональности, морфологии кровли и т. д.) и, в известной мере, механизма их становления.

В настоящем сообщении приводятся результаты изучения граувакк Приараксинского офиолитового пояса. Оставляя в стороне проблемные вопросы возраста гипербазитов, можно считать сохранившими свое значение палеонтолого-стратиграфические выводы (В. Л. Егоян, В. П. Ренгартен и др.) о коньякском возрасте вулканогенно-осадочной толщи, входящей в состав офиолитовой серии в пределах центральной и западной частей Ереванo-Ордубадской интрагеосинклинальной зоны. Изучение песчаных отложений, сопряженных в пространстве и по возрасту с офиолитами, показало преемственность вещественного состава первых. Это граувакки, которые предлагается именовать офиолитокластовыми.

Наиболее полные разрезы граувакковой толщи коньяка развиты в Айоцдзоре, в бассейне р. Джагрычай. Верхнемеловые отложения здесь трансгрессивно залегают на андезито-дацитовых порфиритах и туфах альба (?), участками на глинах и песчаниках верхней юры, на известняках и доломитах среднего-верхнего палеозоя-триаса. Основание разреза (сеноман?—нижний турон) слагается кремнекласто-кварцевыми песчаниками, кварцевыми граувакками, чередующимися с конгломератами, реже глинами и известняками, мощностью до 250 м. Выше следует чередование алевролитов, известняков, кварц-полевошпатовых граувакк и реже глин мощностью до 400 м, относимые В. П. Ренгартеном (1959) к верхнему турону. Продукты разрушения офиолитов в этих отложениях не обнаружены.

Со слабым угловым и азимутальным несогласием на них залегают отложения коньяка, мощностью до 600 м, слагаемые преимущественно офиолитокластовыми граувакками, чередующимися с алевролитами и реже конгломератами в нижней половине разреза. В верхней половине толщи наблюдается огрубение терригенного материала, наряду с граувакками широко распространены конгломераты, алевролиты, а глины

имеют подчиненное значение. С угловым и азимутальным несогласием на вулканомиктовую толщу налегают известняки сантона-верхнего сенона мощностью до 300 м.

1. Петрография офиолитокластовых граувакк

Выделяются эффузивно-обломочная и витро-туфообломочная разности.

Эффузивно-обломочные граувакки. Развиты в верхней части разреза отложений коньяка. Переслаиваются с гравелитами, конгломератами, реже алевролитами и глинами. Преобладают крупно- и грубозернистые разности. Слоистость крупная, массивная, реже средняя и очень редко тонкая. Вверх по разрезу песчаники участками совместно с конгломератами, гравелитами и алевролитами слагают выдержанные ритмы с регрессивным строением каждого ритма. Нередки в песчано-конгломератовой толще признаки местных несогласий напластования, косая крупная слоистость прибрежья. Отмечается невыдержанность пластов песчаников, переход их в гравелиты. В граувакках наблюдаются карбонатные и пиритовые (и апопиритовые) конкреции. Цвет песчаников меняется вверх по разрезу от зеленовато-серого к серому и бурому. Конгломераты становятся грубообломочнее. В составе обломков преобладают спилиты, габбро, диабазы, андезитовые порфириты, реже встречаются обломки известняков, гранитоидов, радиоляритов, гипербазитов (табл. 1).

В составе песчаников обломки пород (70—90%) резко превалируют над кристаллокластами (5—10%). По составу цемента выделяются две разности эффузивно-обломочных граувакк. В первой цементом служит глинисто-хлоритовое вещество. Цемент поровый, реже контактовый, с содержанием не более 15—20% объема породы. У второй разности граувакк цемент кальцитовый мелкозернистый (5—20%), контактовый и поровый, изредка базальный. Среди обломков пород преобладают спилиты, вариолиты, андезитовые порфириты (30—45%), в меньшем количестве (10—20%) отмечаются обломки туфов и вулканического стекла, второстепенное значение имеют обломки диабазов, габбро, гранитоидов, известняков, метаморфических пород, серпентинитов (0—20%). Отсортированность породы средняя и низкая. Минералогический состав тяжелой фракции эффузивно-обломочных граувакк приведен в табл. 2.

Алевролиты, переслаивающиеся с эффузивно-обломочными граувакками, преимущественно петрокластические с кальцитовым цементом.

Витро-туфообломочные граувакки. Они развиты в нижней половине разреза коньяка. Переслаиваются с алевролитами, реже глинами, конгломератами. Окраска породы серовато-зеленоватая, отсортированность низкая или средняя. Преобладают мелко- и среднезернистые разности граувакк, обычно тонко- и среднеслоистые, комковатые, содержат редкие включения галек, обрывки углефициро-

Таблица 1

Состав офиолитокластовых граувакк

Наименование	1	2	3
Обломки пород			
Спилиты и порфириты	6,9	35,3	35,1
Туфы и вулк. стекла	38,0	21,5	27,1
Кератофиры	—	—	0,0п
Диабазы	1,0	3,5	0,0п
Известняки и алевролиты	4,8	5,6	10,1
Гипербазиты	—	—	0,5
Габбро	—	—	—
Гранитоиды	1,5	6,5	7,6
Метаморф. породы	—	3,0	—
Радиоляриты	—	1,8	0,1
Сумма	52,2	77,2	80,6
Кристаллы			
Плагиоклаз	14,3	3,5	0,5
Кварц	2,5	—	0,0п
Темноцветные	0,5	0,5	0,0п
Рудные	1,5	0,0п	0,0п
Сумма	18,8	4,0	0,6
Цемент			
Хлорит + глина	8,0	1,4	13,7
Кальцит	21,0	17,4	5,1
Сумма	29,0	18,8	18,8
Всего	100,0	100,0	100,0

1. Витро-туфообломочная граувакка мелкозернистая (обр. 605/49). 2. Эффузивно-обломочная граувакка крупнозернистая, цемент кальцитовый (обр. 605/50). 3. Эффузивно-обломочная граувакка крупнозернистая, цемент глинисто-хлоритовый (обр. 74).

ванной древесины, мелкозернистые, кальцитовые лепешковидные конкреции, с ядром из микрозернистого кальцита. Алевролиты преимущественно петрокластические, глинистые, реже с примесью карбонатного материала в цементе. Конгломераты преимущественно среднегалечные, отсортированность низкая; окатанность галек средняя, состав: обломки известняков (сходные с палеозойскими, изредка с характерной фауной), реже туфов и эффузивов среднего состава и изредка гранитоидов. Цемент песчаный, составляет до 20—40% породы, цементация крепкая. Песчаники, алевролиты и глины в средней части разреза толщи слагают пачку (70 м) с флишевой ритмичностью. Песчаники

здесь обладают признаками градационной слоистости. Алевролиты нередко содержат пропластки песчаников (маятниковый тип). Характерно исчезновение в этой пачке карбонатных конкреций. Алевролиты содержат ископаемые раковины мелких аммонитов.

Под микроскопом граувакки состоят из угловатых и полуокруглых обломков стекла и туфов (40—80%), среднего плагиоклаза и кварца (0—15%), и порового, контактового глинисто-хлоритового цемента, изредка с примесью карбонатного материала. Участками поры выполнены эпигенетическим кальцитом. Очень редко удается установить в составе цемента редкие раковины фораминифер, радиолярий и обрывки водорослей и мшанок. Глинистые минералы цемента представлены монтмориллонитом с примесью гидрослюды. В прослоях гидрослюдисто-монтмориллонитных глин электронным микроскопом удается установить редкую примесь минерала, морфологически сходного с палыгорскитом (?).

Витрокласты представлены зеленоватым хлоритизированным и бурым вулканическим стеклом, реже цеолитизированным, пузыристого, реже волокнистого строения; обломки туфов андезито-базальтового, сравнительно в меньшем количестве андезито-дацитового (?) состава.

В подчиненном количестве постоянно определяются обломки спилитов, андезитовых порфиритов, диабазов, известняков, габбро, изредка гранитоидов и кератофиров (?). Содержание обломков известняков в некоторых образцах граувакк достигает 20%.

2. Химический состав

Сравнение химического состава офиолитокластовых граувакк с опубликованными материалами о составе граувакк других регионов (Табл. 3, 4, фиг. 1) позволяет наметить некоторые их особенности. Офиолитокластовые граувакки содержат повышенное количество железа, титана, магния, кальция (карбонатного) и низкое—кремнекислоты, щелочей, алюминия. Пересчет силикатной (бескарбонатной) части граувакк на коэффициент А. Н. Заварицкого показал близость его к основным породам (габбро, диабазам и базальтам).

Офиолитокластовые граувакки характеризуются вышекларковыми (по сравнению с «средним песчаником») содержаниями никеля, хрома, кобальта, ванадия и меди (табл. 5).

3. Обстановка накопления

Полученные литологическими исследованиями и бурением данные приводят к выводу, что становление офиолитового пояса сопряжено с блоковым его дроблением, воздыманием некоторых из блоков на фоне продолжавшегося погружения других. Приподнятые блоки становятся новообразованными в интрагеосинклинали поднятиями—областями сноса. Офиолитокластовые накопления вблизи приподнятых офио-

Таблица 2

Второстепенные и акцессорные минералы офиолитокластовых граувакк (тяжелые минералы фракции 0,1—0,25 мм)

№ обр.	Выход тяжел. фракций в %	Гематит и лимонит	Магнетит	Ильменит	Хромит	Пикотит	Биотит	Рог. обм.	Актинолит	Тремолит	Гиперстен	Энстатит	Авгит	Диопсид	Оливин	Эпидот	Цоизит	Разложенные темноцветные	Циркон	Турмалин	Рутил	Гранат
605/41	7,5	—	2	—	3,2	0,4	—	—	1,0	—	—	—	7,0	—	—	13,0	—	59,4	—	—	—	14,0
605/42б	11,0	23,1	0,9	0,3	2,4	0,6	—	—	—	—	4,2	—	7,5	—	—	18,0	1,2	41,2	—	—	—	0,6
604/44	2,7	4,5	3,0	—	2,1	0,6	0,9	0,3	0,9	—	2,1	—	6,9	—	0,6	12,6	—	64,3	—	0,3	—	0,9
605/47	8,6	0,2	1,4	—	1,8	0,8	+	3,2	2,2	3,2	—	0,2	4,8	—	1,2	19,0	—	62,0	—	+	—	+
605/48а	3,4	3,9	3,0	—	1,2	0,3	+	1,8	1,2	2,4	—	10,8	1,5	—	0,3	2,6	—	71,0	—	—	—	+
605/51	3,6	18,8	30,8	—	6,4	3,2	1,2	0,4	—	—	—	11,2	—	—	—	1,6	—	26,4	—	—	—	—
605/55а	1,0	39,5	5,0	—	4,0	2,5	—	1,0	0,5	1,0	—	11,0	4,5	4,5	—	1,5	—	25,0	—	—	—	+
605/57	19,3	6,3	6,3	—	—	0,3	—	0,3	0,6	—	—	0,9	—	2,7	—	2,4	1,2	78,7	—	—	—	0,3
605/60а	1,4	50,0	10,0	—	1,0	0,5	—	0,5	1,5	1,0	—	2,5	5,0	—	—	3,0	—	25,0	—	—	—	+

Таблица 3

Химический состав офиолитокластовых граувакк

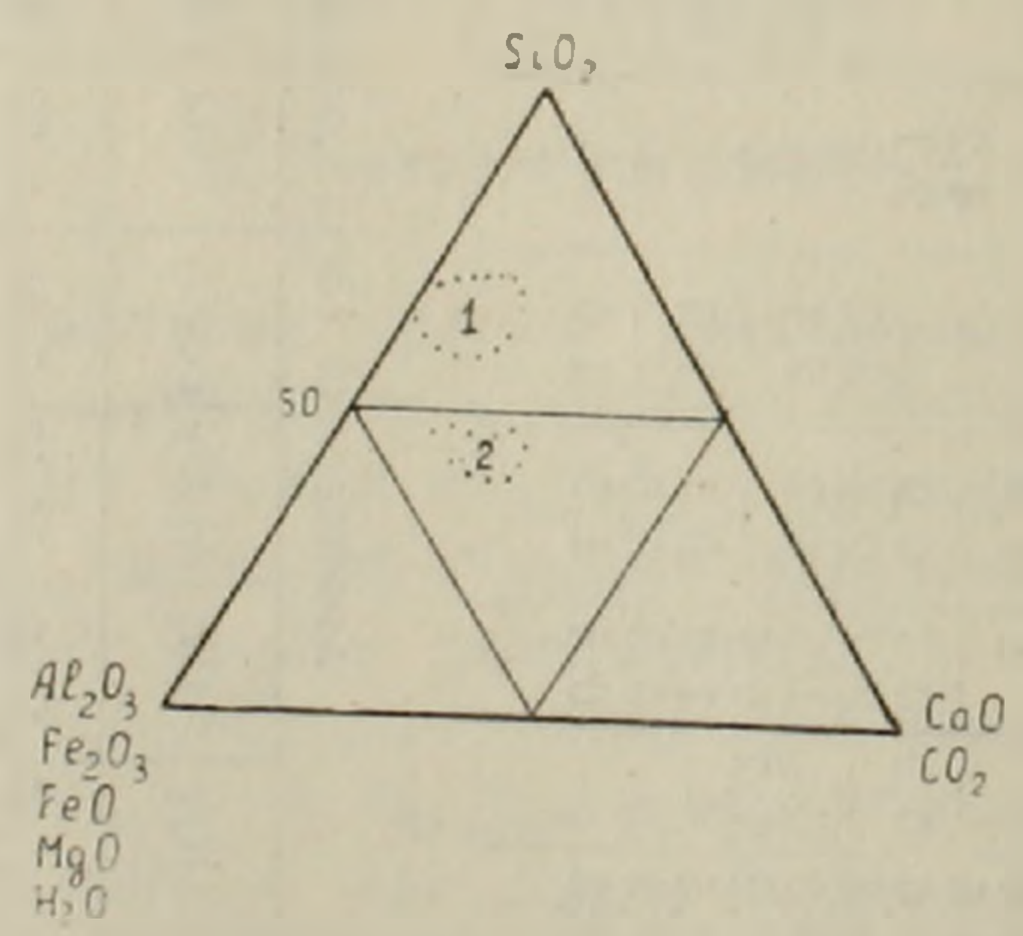
Разновидность граувакк	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	п.п.п.	CO_2	H_2O	Сумма
Витро-туфо-облом. обр. 605/49	42,83	1,55	14,13	7,41	2,92	0,13	12,73	4,11	1,50	0,87	10,18	7,14	1,68	100,04
„ обр. 605/49а	46,05	1,35	12,94	6,98	2,61	0,10	9,56	4,64	1,20	2,00	10,03	6,37	2,97	100,43
„ обр. 605/49в	47,03	1,55	10,70	7,79	3,99	0,08	9,12	6,06	1,32	1,50	8,87	4,63	2,51	100,52
Эффузивно-обломочная обр. 605/50в	43,11	0,85	14,24	4,45	1,38	0,15	14,42	3,38	2,70	2,20	12,18	9,53	1,35	100,41
„ обр. 605/60	41,76	0,85	11,28	5,70	1,84	0,19	14,64	8,19	1,25	1,12	11,46	8,54	2,43	100,71
„ обр. 76	43,34	0,46	11,44	5,85	3,60	0,12	11,31	9,11	2,60	0,90	8,76	8,01	2,50	99,99
„ обр. 89	47,00	0,67	10,28	5,26	2,40	0,12	14,13	4.11	2,50	0,90	11,84	9,47	1,26	100,47

Таблица 4

Содержание главных химических элементов в граувакках
(из сводок K. Condie, 1967; C. Ondrick, J. Griffiths, 1969)

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	64,43	64,67	66,91	71,1	69,7	67,5	69,7	70,59	44,44
TiO_2	0,62	0,57	0,83	0,50	0,6	0,5	0,5	0,64	1,04
Al_2O_3	15,48	13,41	13,59	13,90	14,3	13,5	14,3	13,59	12,14
$Fe_2O_3 + FeO$	6,54	6,27	5,29	3,0	3,8	4,5	4,6	4,97	8,87
MgO	3,12	3,23	2,09	1,3	1,2	2,2	1,8	1,51	5,66
CaO	2,22	3,04	3,69	1,8	1,9	2,4	1,3	1,61	13,27
Na_2O	3,74	2,99	2,98	3,7	3,5	3,6	3,1	2,76	1,87
K_2O	2,44	2,02	1,99	2,3	2,4	1,7	1,4	2,19	1,36
Na:K	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,9	2,0	1,1	1,3
$Al_2O_3:Na_2O$	4,2	4,5	4,6	3,8	4,1	3,8	4,6	5,2	6,5

1. Среднее граувакк докембрия Вайоминга (Condie, 1967). 2. Граувакки докембрия (Pettijohn, 1963). 3. Современные граувакковые осадки (Whetten, 1966). 4. Составное нижнемезозойских граувакк Новой Зеландии (Reed, 1957). 5. Среднее нижнемезозойских граувакк Новой Зеландии (Reed, 1957). 6. Среднее францисканских граувакк, юра (Balley и др., 1964). 7. Среднее граувакк гор. Гарца, палеозой (Mattiat, 1960). 8. Среднее граувакк Ренселар, Нью-Йорк (Ondrick, Criffiths, 1969). 9. Среднее офиолитокластовых граувакк Айоцдзора (по автору).



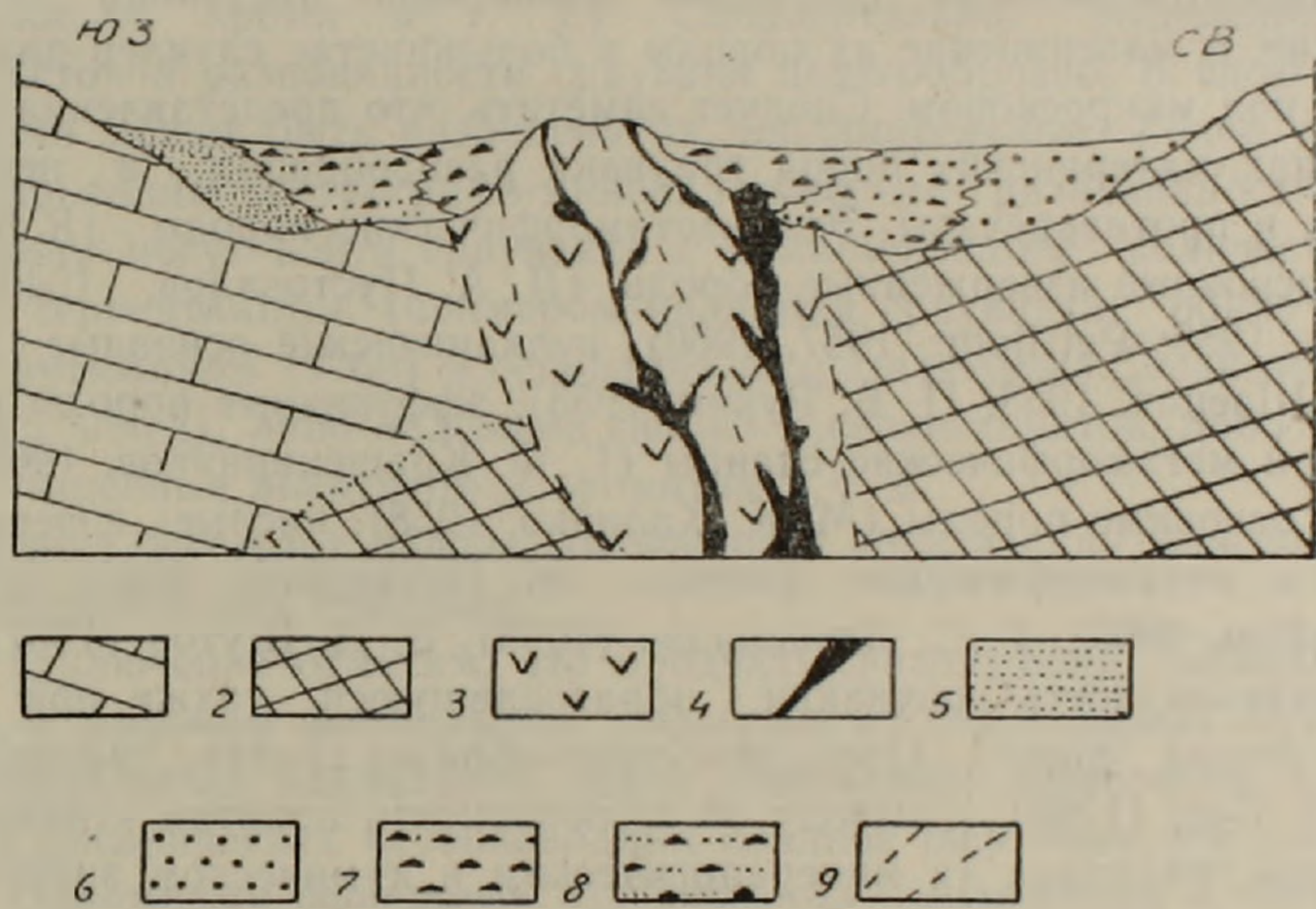
Фиг. 1. Диаграмма химического состава граувакк верхнего мела Айоцдзора. 1—поле граувакк по данным Петтиджона (1957), Гукенгольца (1963), Кондье (1967). 2—поле офиолитокластовых граувакк Айоцдзора (по автору)

литов, а на удалении от них — микстовые, сланцево-кластические и известняковые, преимущественно терригенные, накопления—такова в схематическом виде изменчивость вещественного состава осадков вкрест интрагеосинклинали (фиг. 2). Метаморфический и известняковый обломочный материал поставляется с главных поднятий, входящих в состав интрагеоантиклинальных зон (Мисхано-Зангезурской и Шаруро-Джульфинской), сложенных метаморфическими породами кем-

Таблица 5

Распределение малых элементов в офиолитокластовых граувакках

Элемент	Число проб	Содержание и частота встречаемости (в %)					
		0,3—0,1	0,1—0,03	0,03—0,01	0,01	0,01—0,003	0,003—0,001
V	24	—	13	44	21	22	—
Cr	24	9	10	60	—	7	14
Co	24	—	—	—	12	48	40
Ni	24	—	20	24	28	28	—
Cu	24	—	—	14	40	5	41



Фиг. 2. Схематический фациально-палеотектонический поперечный профиль Еревано-Ордубадской интрагеосинклинали для раннеконьякского времени 1. Карбонатные и терригенно-карбонатные породы среднего-верхнего палеозоя, участками триаса. 2. Древние (кембрий-докембрий) метаморфические сланцы. 3. Кремнисто-вулканогенная формация (спилиты, диабазы, радиоляриты, туфы и туффиты андезито-базальтов, реже лавы, известняки). 4. Гипербазиты и габбро. 5. Калькарениты, органогенно-детритовые, рифовые известняки, конгломераты. 6. Сланцево-кластические граувакки, конгломераты, брекчии, алевролиты. 7. Офиолитокластовые граувакки, конгломераты, брекчии, алевролиты, редко органогенно-детритовые известняки, глины, очень редко радиоляриты. 8. Микстовые граувакки. 9. Разломы.

брия-докембрия и известняковыми толщами среднего-верхнего палеозоя-триаса.

Анализ показывает, что граувакки Айоцдзора формируются на отдаленном от берега мелководье. Таковой могла быть шельфовая площадка между зоной трога и бортами главных поднятий. В дальнейшем, по-видимому, с усилением роста новообразованных вулканических поднятий и общим обмелением бассейна, местом формирования

офиолитокластовых граувакк становится преимущественно прибрежное мелководье. Первому этапу соответствуют витрокластические и эффузивно-обломочные граувакки с глинисто-хлоритовым цементом. Участками флишевая ритмичность их строения и наличие градационной слоистости—признаки, характеризующие большие скорости выпадения осадка, возможно, из мутьевых потоков. Накопление эффузивно-обломочных граувакк с карбонатным цементом, значительная доля которого имеет биогенное происхождение, имело место в прибрежье вулканических островов.

4. О месте офиолитокластовых граувакк в семействе песчаников

Офиолитокластовые граувакки Айоцдзора—песчаники петрокластические, и материнские их породы в большинстве случаев диагностируются под микроскопом. Следует заметить, что представления о главных типах материнских пород граувакк разнообразны, в некоторых случаях и противоречивы. Это—метаморфические породы (R. L. Folk, 1954), основные изверженные породы (Л. А. Пустовалов, 1940; М. С. Швецев, 1958; Pettijohn, 1957, 1960), вулканические основные породы (М. С. Швецов, 1958; П. Б. Рухин, 1953), эффузивные породы разного состава и метаморфические сланцы (Г. Ф. Крашенинников, 1968), глубинные основные породы (М. К. Калинко, 1958), кислые изверженные породы и метаморфические сланцы (H. Huckenholz, 1963; Dzulynski and Walton, 1955). Г. С. Дзоценидзе (1963), В. Д. Шутов (1967) выделяют разновидность граувакки, образовавшуюся также при размыве осадочных пород. Очевидное многообразие состава граувакк приводит R. Dott (1964) к выводу об иллюзорности понятий «типичная» и «средняя» граувакка (в минералогическом и химическом значениях).

Представляется, что пути классификации лежат через типизацию разновидностей пород этой группы.

Необходимость формационного анализа питающих провинций для классификации граувакк очевидна. Быстрые темпы сноса и захоронения, следовательно, низкая химическая и механическая дифференциация обломочного материала—благоприятный фактор для реконструкции состава размываемой формации или парагенеза формаций. Также очевидна необходимость, как это было указано М. С. Швецовым (1958), типизации грауваккових формаций и прочих формаций, включающих граувакки, показательные для разных типов геосинклиналей и этапов их развития.

Вулканические, сланцево-кластические вакки Гильберта (1957), эффузивные, изверженно-метаморфические граувакки Г. И. Теодоровича (1958)—по существу первые попытки выделения разностей граувакк. Подробнее состав граувакк в зависимости от источников сноса рассмотрен Г. С. Дзоценидзе (1963) и В. Д. Шутовым (1967).

Офиолитокластовые граувакки по классификации Шутова могут быть включены в выделяемую им порфирито-базальтовую разновидность. Однако последняя в понимании Шутова образуется при размыве

широкого набора пород: как спилито-кератофировой группы формаций, так и прочих основных—средних вулканических формаций.

Между тем, спилито-кераторфировая группа формаций отличается составом, строением и обстановкой формирования (Ю. А. Кузнецов, 1964). Песчаные продукты ее разрушения диагностируются под микроскопом. Наконец, породам этой группы формаций показателен парагенезис с основными и ультраосновными глубинными породами в офиолитовых сериях. Обломки их также могут быть определены среди прочих, а продукты разрушения ультрабазитов, кроме того, вносят специфическое изменение в минералогический и химический состав граувакк (ассоциация оливина, серпентина, пикотита, хромита, тремолита, актинолита, энстатита, диопсида, повышенное содержание магния, никеля, хрома и т. д.). Следовательно, выделение офиолитокластовой разновидности граувакк целесообразно. В свою очередь последняя может быть разделена на дополнительные более узко специализированные петрографо-минералогические разновидности. Так, в эту группу могут войти граувакки с доминирующим количеством обломков серпентинитов (примером являются граувакки, обнаруженные Г. С. Арутюняном (1969) в основании разреза коньяка Севанского офиолитового пояса), либо обломков габбро и серпентинитов, либо граувакки, обогащенные пикотитом и хромитом и т. д.

Отсюда вытекает задача дальнейшей детализации классификации офиолитокластовых граувакк.

В заключение отметим, что продукты разрушения офиолитов известны в широком фациальном диапазоне от современных аллювиально-делювиальных накоплений полей обнажений офиолитов до современных океанических глубоководных осадков рифтовых зон (Мурдмаа, 1968). Обломками офиолитов «загрязнены» молассовая и пестроцветная толщи Приараксинской депрессии.

Офиолитокластовые граувакки следует выделять среди многообразия продуктов разрушения офиолитов, в первую очередь по приуроченности их развития к собственно геосинклинальному этапу эволюции геосинклинали. Несомненно, что это отложения, сформировавшиеся в широком смысле синхронно кремнисто-вулканогенному комплексу Приараксинского офиолитового пояса.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 10.II.1970.

Մ. Ա. ՍԱՖՅԱՆ

ՀԱՅՈՑՁՈՐԻ ՕՖԻՈԼԻՏՈԿԼԱՍՏԱՅԻՆ ԳՐԱՈՒՎԱԿՆԵՐԸ

Ամփոփում

Մերձարաքսյան իջվածքի մոլասային և խայտաբղետ հաստվածքները պարունակում են օֆիոլիտային ապարների բեկորներ։ Վերջիններիս պարունակությունը Ջաղրիչայ գետի ավազանի կոնյակի հասակի գրաուվակներում այնքան է աճում, որ առաջանում են հիմնականում օֆիոլիտային սերիայի ապարների

բեկորներից կազմված ինքնատիպ գրաուվականներ։ Առաջարկվում է սույն ապարները դիտարկել իբրև գրաուվակների նոր՝ օֆիոլիտոկլաստային տիպ։

ЛИТЕРАТУРА

Арутюнян Г. С. О гипербазитовых конгломератах северо-восточного побережья оз. Севан. Мат. II конфер. молод. научн. работн. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1969.

Вильямс Э., Тернер Ф. Дж., Гильберт Ч. М. Петрография. Изд. ИЛ, Москва, 1957.

Дзоценидзе Г. С. К вопросу классификации песчаников. Изв. Геол. общ. Грузии, т. III, вып. I, 1963.

Калинко М. К. Песчаные породы. Справ. руков. по петрограф. осад. пород. Т. II, Ленинград, 1958.

Крашенинников Г. Ф. Основы классификации осадочных пород и современных осадков. Генезис и классификация осадочных пород. Междунар. геол. конгресс, пробл. 8, Москва, 1968.

Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. Изд. «Недра», Москва, 1964.

Мурдмаа И. О. О некоторых особенностях минерального состава осадков рифтовых зон срединно-океанических хребтов. «Литол. и полезн. ископ.», № 5, 1968.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. ч. II, 1940.

Ренгартен В. П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Сб. «Региональная стратиграфия СССР», т. 6, М., Изд. АН СССР, 1969.

Рухин Л. Б. Основы литологии, М.—Л., 1953.

Сатиан М. А., Степанян Ж. О., Чолахян Л. С. Новые данные о верхнемеловой вулканогенно-осадочной толще юго-западной части Малого Кавказа. Бюлл. Моск. о-ва исп. природы, отд. геол. т. X, III (3), 1968.

Теодорович Г. И. О классификации песчаников на основе вещественного состава четырех обломочных компонентов и характере цемента. В сб. «Фации и условия формирования нефтегазопроизводящих свит», Москва, 1966.

Швецов М. С. Петрография осадочных пород. Москва, 1958.

Шутов В. Д. Классификация песчаников, Литолог. и пол. иск., № 5, 1967.

Condie K. C. „Geochemistry of early Precambrian graywackes from Wyoming". Geochem. et Cosmochim. Acta, № 11, 1967.

Dott R. H. Wacke, graywacke and matrix--what approach to immature sandstone classification, J. of Sedim. Petrol., № 3, 1964.

Dzulynski S. and Walton E. K. Sedimantary features of flysch and graywackes. Developments in sedimentology, 7, Amsterdam, London, New-York, 1965.

Folk R. L. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. J. of Geol., № 4, 1954.

Helmbold R. Contribution to the petrography of the Tanner graywacke. Bull. Geol. Society of Amer., № 3, 1958.

Huckenholz H. C. Mineral composition and texture in graywackes from the Harz Mountains (Germany) and in arkoses from the Auvergne (France). J. of Sedim. Petrol. № 4, 1963.

Pettijohn F. J. Classification of sandstones. J. of Geol., № 4, 1954.

Pettijohn F. J. Sedimentary rocks. New-York, 1957.