

Э. Х. Харазян

О ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ДОЛЕРИТОВЫХ БАЗАЛЬТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРМЯНСКОЙ ССР

Среди новейших (верхнеплиоцен-четвертичных) вулканических продуктов северо-западной части Армянской ССР значительное место (более, чем 1/3 часть площади всех вулканитов) занимают долеритовые базальты.

Излившиеся в районе Джавахетского (Кечутского) хребта лавовые покровы долеритовых базальтов широким фронтом текли во все стороны и почти полностью залили древние долины рр. Ахурян, Дзорагет, Дебед, Храми, Машавера и Паравани. Обширные лавовые поля (до 30 км) в верховьях этих рек, вниз по течению переходят в узкие (1–2,5 км) и длинные лавовые языки, прослеживающиеся на расстояниях более, чем 90 км.

Имея максимальную мощность до 300 м толща долеритовых базальтов в разрезах расчленяется на две части – нижняя и верхняя, которые в свою очередь состоят из множества (до 28) отдельных маломощных (в среднем 4–6 м) потоков (Харазян, 1966, 1968). Все потоки однотипные и имеют хорошо выраженные нижние и верхние границы.

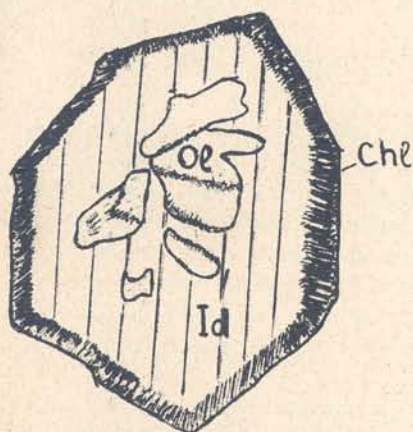
Макроскопически долеритовые базальты это серые, темносерые, иногда с фиолетовыми или синеватыми оттенками, массивные породы с изменчивой пористостью. Хорошо наблюдается их кристаллически-зернистое строение, выраженное отдельными медово-желтыми зернами оливина и скелетом из сложнопереплетенных плагиокзовых призмочек.

Под микроскопом долеритовые базальты имеют порфировую структуру. Вкрапленники представлены почти только оливином (до 5–7%) состава форстерит-гиалосидерит ($34\% \text{Fe}_2\text{SiO}_4$). Минерал по краям зерен часто окислен или превращен в иддингсит. Более редко встречаются вкрапленники плагиоклаза и клинопироксена, которые почти всегда резорбированы и по краям оплавлены. Основная масса долеритовых базальтов полнокристаллическая с долеритовой или пойкилоофитовой структурами. Она состоит из многочисленных беспорядочно расположенных призм плагиоклаза состава лабрадора ($51\text{--}61\% \text{An}$), в угловатых промежутках которых сгруппированы более мелкие, преимущественно таблитчатые или совершенно ксеноморфные плагиоклазы самой поздней генерации, а также кристаллы клинопироксена. При больших увеличениях в интерстициях между наиболее поздними плагиоклазами во многих местах замечены совершенно ксеноморфные выделения щелочного полевого шпата. По всей основной массе равномерно разбросаны мелкие выделения

оливина и зерна рудного минерала. Значительно развит также апатит, иголки которого почти всегда располагаются внутри крупных плагиоклазов.

Во многих местах разреза нижних долеритовых базальтов вообще и очень незначительно в низах верхних долеритовых базальтов (в бассейне рр. Дзорагет и Дебед) породы окрашены в темно-грязнозеленоватые и зеленовато-бурые цвета, в свежих изломах с зеленовато-синеватым оттенком. Как выяснилось, это обусловлено интенсивными вторичными изменениями: главным образом хлоритизацией и карбонизацией и лимонитизацией первоначальной свежей серой-темносерой породы. Изменениям подверглись, в основном, оливин, плагиоклазы поздней генерации и рудный минерал.

Самой распространенной формой вторичных изменений оливина здесь является его хлоритизация. Обычно процесс хлоритизации оливина развивается по краям и трещинам минерала, располагаясь за иддингситовой каймой (фиг. 1); редко этот процесс начинается также с центральной части оливина. Образованный за счет оливина хлорит представлен тем-



Фиг. 1. Схема изменения вкрапленного оливина в нижних долеритовых базальтах уш. р. Ахурян, выше с. Амасия.

Oe — оливин, Id — иддингсит,
Chl — хлорит. Вел. 1,5 мм.

но-грязнозеленоватым мелкозернистым агрегатом или более светлого цвета тонко-радиально-волокнистыми выделениями. Редко у полностью хлоритизированных оливинов встречены отдельные яркозеленые или зеленовато-синеватые пластинчатые выделения хлорита с хорошо заметной спайностью.

В отдельных случаях (самые нижние потоки ущелья р. Дзорагет, у с. Кирова и выше пос. Лорплемсовхоза) вкрапленники оливина частично или полностью замещены карбонатом. Хлориты здесь встречаются лишь по краям и трещинам бывшего минерала.

Значительное количество хлорита и карбоната и лимонита образовано в основной массе долеритовых базальтов. Здесь они выполняют угловатые промежутки — интерстиции плагиоклазовых призм, видимо, замещая наиболее позднеобразованные плагиоклазы. Хлориты образуют радиально-волокнистые агрегаты, иногда полностью заполняющие эти интерстиции

(фиг. 2) или же концентрические узкие полосы параллельно-волокнистых выделений, обволакивающих плагиоклазовые призм (фиг. 3). Во



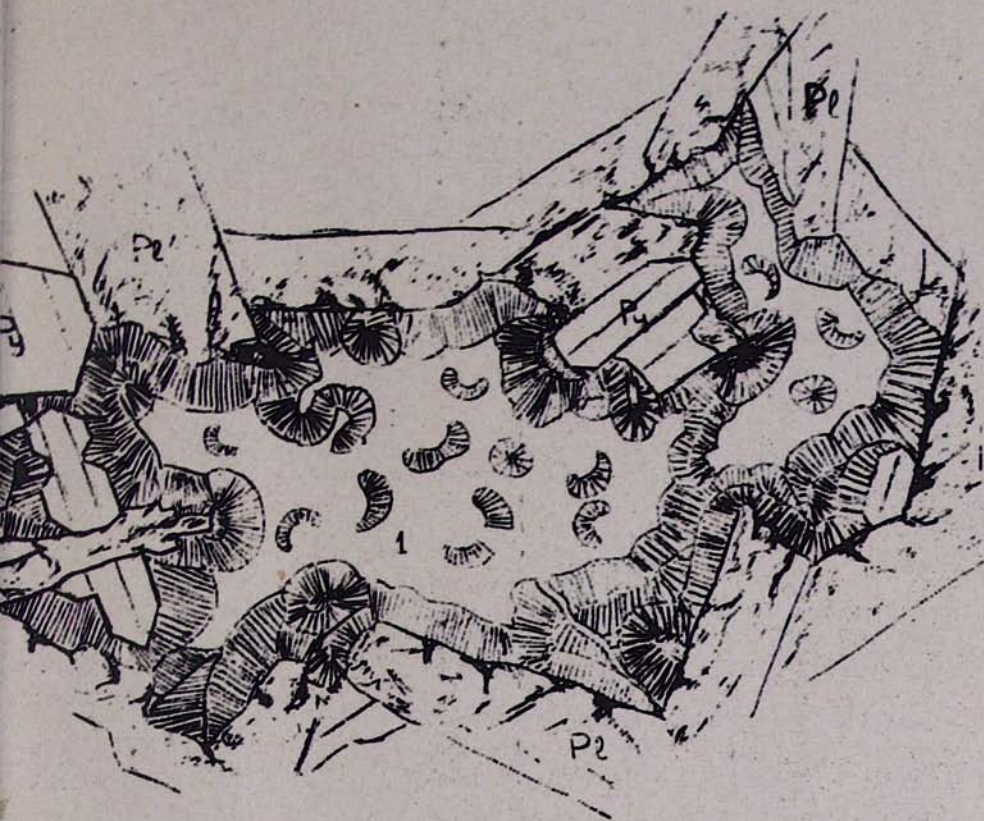
Фиг. 2. Заполнение межплагиоклазовых интерстий основной массы долеритовых базальтов радиально-волокнистым хлоритом. Вел. 0,5 мм.

втором случае, наблюдавшемся у наиболее крупных интерстий, центральные части заполнены карбонатом, в котором, в свою очередь, располагаются многочисленные мелкие (менее 0,15 мм) червоточные новообразования радиально-волокнистого хлорита (фиг. 3). Кроме выше-названных типов значительно распространены также тонкозернистые агрегаты яркозеленого хлорита с многими трещинами "высыхания". Хлоритовое вещество интерстициальных участков через трещины в плагиоклазах первой генерации проникает во внутрь и создает там новые очаги изменения.

Пироксены основной массы, как и вкрапленники этого минерала, несколько не затронуты процессами хлоритизации и карбонатизации (фиг. 2). В редких случаях (18-ый поток устья р. Дебед, у с. Айгеат) заметны лишь следы уралитизации клинопироксена.

Значительно изменен рудный минерал, который в конечном итоге превращен в железистые гидроокислы — гётит и лимонит. Последние отложены как в порах и трещинах, так и в интерстициальных частях. Из наиболее редковстречаемых изменений следует отметить слабую серицитизацию крупных плагиоклазов в 19-ом потоке устья р. Дебед, в районе с. Айгеат. В основной массе этого потока среди сильно хлоритизированных участков часто встречаются также мелкие шарики зеленовато-бурого или коричневатого минерала, с радиально-лучистым строением, размером менее 0,15 мм. Вокруг шариков радиально расположены чуть большего размера неправильно листоватые зерна карбонатов с налетом железистых гидроокислов. Их цвет желтоватый. Общий вид этих минеральных новообразований очень похож на цветок подсолнечника.

Все поры и микротрещинки измененных долеритовых базальтов полностью или частично заполнены радиально-лучистыми или натеchno-почко-



Фиг. 3. Заполнение крупных межплагиоклазовых интерстиций основной массы долеритов параллельно-волокнистым и червовидным хлоритами и карбонатами (1).

видными агрегатами вышеназванных продуктов изменений, а в средней части разреза межформационного потока района с. Куртан, также минералами группы цеолитов. Последовательность отложения вторичных продуктов в порах непостоянная: то сначала образовались хлориты, а затем карбонаты и гидроокислы железа, то наблюдается другая последовательность. Более редко тонкие полосы этих минералов многократно чередуются друг за другом (фиг. 4).

Для установления более точного минерального состава хлоритов и карбонатов, заполняющих поры нами иммерсионным методом были измерены показатели преломления около двух десятков образцов минералов. В образцах № 14 (ущелья р. Машавера, на обочине шоссе у с. Айгеат) и № 746 (один из нижних потоков ущелья р. Ахурян, выше с. Амасия) показатели преломления хлоритов варьируют в пределах: $n_p = 1,544 - 1,558$ и $n_g = 1,570 - 1,582$, что соответствует минеральному ряду антигорита.

В образцах карбонатов из пор из ущелий рр. Ахурян, Машавера, Па-



Фиг. 4. Заполнение пор измененных долеритовых базальтов хлоритом (1), лимонитом (2) и карбонатами (3). Величины 1,5 мм и 1,0 мм.

вани и Дзоргагет показатели преломления равны, соответственно, $N_p = 1,534 - 1,540$ и $N_g = 1,668 - 1,686$, что характерно для арагонита.

Хотя у наиболее сильно измененных разностей долеритовых базальтов содержание хлорита не превышает и 20% общего объема, все же цвет этого минерала становится характерным для внешнего облика этих пород.

В самом низу лавовой толщи изменены целые потоки (вплоть до верхней пузыристой оболочки включительно), а в других местах — только отдельные изолированные друг от друга неправильноокругленные или со всевозможными извилистыми очертаниями участки, беспорядочно разбросанные в массе свежей породы. Размеры измененных участков от нескольких сантиметров до нескольких метров. От такого сочетания окрасок многие потоки получают очень хорошо заметные издали очковые или пятнистые поверхности (фиг. 5.). Измененные участки потоков характеризуются округло-глыбовыми, шаровидными и луковично-скорлуповатыми отдельностями. Переходы между измененными и свежими базальтами довольно четкие и проходят на расстоянии 1–3 см.

В частично измененных потоках измененные участки обычно располагаются во внутренних массивных частях или в ядрах крупных глыб, далеко от каких-либо трещин или других полостей.

В 18-ом потоке ущелья р. Дебед (на ровном участке тропы с. Айгеат-ж. д. ст. Кобер) и в первом потоке ущелья р. Ахурия (в 4 км ниже с. Амасия) долеритовые базальты, имеющие крупностолбчатые (0,4–2 м) отдельности, изменены только в ядрах столбов, тогда как на стенках (толщиной 10–15 см) они совершенно свежи (фиг. 6.).



Фиг. 5. Пятнистая поверхность неполностью измененного долеритового базальта в ущелье р. Ахурян.



Фиг. 6. Столбчатая отдельность неполностью измененного долеритового базальта в ущелье р. Дебед, у с. Айгеат. В ядрах порода измененная, а в корках - свежая.

На левой стороне той же тропы валяется отколотая из 19-го потока двухметровая глыба долеритового базальта. На южной слабошероховатой неровной поверхности скола глыбы замечается черное округлое отверстие небольшой трубчатой пустоты диаметром 4,5 см и глубиной сохранившейся части 11 см. Вокруг трубы, на расстоянии до 9-10 см от ее кромки порода совершенно свежая, далее до круга радиусом 25-30 см она сильно изменена. Во всей остальной части глыбы порода снова свежая.

В основании левого борта ущелья р. Дзорагет на повороте нижнего серпантина шоссе Степанаван-Калинино, а также во многих других местах измененные долеритовые базальты пересекаются трещинами различных направлений. Везде около трещин в виде узких (3-5 см) параллельных полос порода свежая. Поры, находящиеся в этих полосах, пусты, тогда как на расстоянии нескольких сантиметров (в измененной зоне) они полностью заполнены вторичными продуктами.

Наблюдается также интересная взаимосвязь между измененными участками базальтов и выходами родников. Почти всюду измененные лавы в той или иной степени мокрые и из них местами сочится слабоминерализованная холодная вода. На правом борту ущелья р. Ахурян, на трассе II-го (правобережного) магистрального водовода Казанчи-Ленинакан, выше с. Амасия, около 2 км, сильно измененные долеритовые базальты основания лавовой толщи, кажущиеся совершенно сухими даже в свежем изломе, в порах содержат конденсированную воду. Последняя обнаруживается при раскалывании молотком отдельных крупных глыб, когда окружность расколотых пор тут же смачивается. На стенках пор, имеющих диаметры до 1,5 см, отложены сначала тонкие (1-1,5 мм) корочки белого-слаборозоватого карбоната, а затем почковидные образования черного лимонита.

Аналогичные вторичные изменения долеритовых и других базальтов широко распространены и на других лавовых полях Малого Кавказа - в бассейнах рр. Храми, Машавера, Паравани и Раздан, в Приереванском районе (так называемые мандельштейновые базальты основания плиоценовой вохчабердской свиты), а также в лавовых полях Тимана (Куплетский, 1940, Сазонова, 1938, Сердюченко, 1953), Прибайкалья (Белов, 1963) и многих других районов мира.

Механизм таких изменений все еще остается неясным. Одни исследователи считают эти продукты первичномагматическими (Батти, 1963, Никольс, 1963, Сазонова, 1938), полагая, что мы имеем дело не с порами, в дальнейшем заполненными хлоритами, карбонатами и другими вторичными минералами, а с первичными жидкими каплями этих веществ отделившимися при ликвации первичного силикатного расплава.

Некоторые ученые высказывают мнение об их позднемагматическом-автометасоматическом происхождении (Куплетский, 1940, Сердюченко, 1953).

Известно, что такие вторичные минералы могут образоваться также при последующих гидротермальных процессах.

К нашему случаю не пригоден ни один из предложенных механизмов. Хлориты, карбонаты и другие, по нашему мнению, вторичные минералы нельзя считать первичномагматическим, так как ими заполнены многочисленные поры и трещинки, а это могло происходить только в постмагматическое время, когда лава уже полностью затвердела.

Против автометасоматического механизма образования названных минералов говорят и многие геологические факты. Во-первых - автометасоматические изменения, в первую очередь, должны были происходить в наиболее мощных лавовых потоках или же в наиболее мощных частях

других маломощных потоков, причем, только в центральных их участках, где, естественно, могло бы накопиться больше магматических флюидов, могущих вызвать этот процесс. Между тем, очень часто, предполагавшиеся рядом более мощные потоки совершенно свежи, а относительно маломощные — изменены. Даже в одном и том же потоке изменения обязательно не приурочиваются к наиболее мощным ее частям.

Если даже предполагать, что автометасоматические процессы в действительности имели место, то тогда возникает следующее противоречие: заполняющие пустоты магматические летучие компоненты первоначально находившиеся, несомненно, в газовой-жидком состоянии, после затвердевания никак не могли бы полностью заполнить эти пустоты. Ведь при затвердевании расплавов происходит значительное уменьшение объемов.

И, наконец, как уже было отмечено, процессы изменения наиболее развиты в низах нижних (более древних) долеритовых базальтов. Вверх по разрезу лавовой толщи степень изменения пород постепенно уменьшается и в средней и верхней частях верхних долеритовых базальтов они уже отсутствуют. Получается, что более древние потоки почему-то были богаты магматическими летучими, а более молодые — совершенно лишены их. Такое предположение не обосновано, так как все части указанной лавовой толщи по петрографическому, петрохимическому и минералогическому составу совершенно идентичны (Харазян, 1968, 1971).

Объяснить изменения долеритовых базальтов деятельностью последующих других гидротермальных растворов также нельзя: вокруг главных путей движения предполагавшихся растворов (трещины и другие полости) порода совершенно свежая. Нерешенным остается и вопрос об источниках этих гидротерм — измененные лавы развиты на большом пространстве, значительно удаленном (20–70 км) от своих центров излияний. По пути другие молодые гидротермальные поля не встречены.

По нашему мнению, все наблюдавшиеся выше вторичные изменения связаны с процессами "старения" долеритовых базальтов — их длительным нахождением под влиянием процессов выветривания.

Еще Г. Розенбушом была подчеркнута большая роль выветривания (изменений, вносимых атмосферными агентами) в образовании хлоритов, карбонатов и других вторичных минералов в изверженных основных породах. По этому поводу указанный автор пишет "Тому, кто знает свежий диабаз, нетрудно будет узнать в образованной, в результате выветривания, смеси из глины, хлорита, лимонита, карбоната и кварца обычную структуру и состав этой породы" (Розенбуш, 1934). Процессы выветривания лавовых пород по Г. Розенбушу представляют собой, в значительной мере и химические процессы. Так как изменения, вызываемые атмосферными агентами (вода + растворенные в ней газы O_2 и CO_2) протекают в твердой породе, без изменения ее местоположения, то в большинстве случаев, при даже полном вещественном изменении прежняя ее структура, в общих чертах, сохраняется. Образуются псевдоморфозы по отдельным минералам.

Итак, краткая история процессов вторичных изменений наших долеритовых базальтов может быть изложена в следующей последовательности.

Химические составы измененных и свежих базальтов

Таблица 1

№ обр.	SiO ₂	Ti O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	вл.	п.п.п.	Сумма
666	49,91	1,32	18,62	5,38	4,75	0,26	5,52	8,71	3,62	1,25	0,22	0,70	100,26
667	49,33	1,32	17,28	4,68	6,19	0,26	6,64	8,33	3,62	1,25	0,22	0,70	100,79
758	49,86	1,32	18,04	5,85	5,32	0,26	5,49	8,75	3,62	1,25	0,29	0,67	100,72
759	50,65	1,32	18,01	4,03	5,64	0,18	5,17	8,82	3,62	1,25	0,54	0,84	100,07

Обр. 666 – 18-ый поток долеритового базальта из ущелья р. Дебед, в районе с. Айгеат, свежая порода из корки столба; обр. 667 – там же, измененная порода из сердцевины того же столба; обр. 758 – один из самых нижних потоков в ущелье р. Ахурян, выше с. Амасия, измененная порода; обр. 759 – там же, свежая порода.

Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН АН Арм. ССР аналитиком Л. А. Оганисян.

Втечение длительного времени при благоприятной среде внутри породы происходили медленные процессы разложения одних минералов и образования других. Такой средой являлась обыкновенная атмосферная вода (с растворенными в ней газами O_2 и CO_2), которая проникала во внутрь породы и конденсировалась в порах, микротрещинках и мельчайших пустотах пространства между отдельными минеральными зернами. Длительное нахождение в таких условиях, видимо, благоприятствовало разложению наиболее легко поддающихся изменениям минералов — оливина, плагиоклазов и рудного вещества. Оливин превращался в хлориты, а рудные минералы в гётит и лимонит. При этом происходил также внутренний обмен в веществ: ионы Fe и Mg, вынесенные из оливинов в районах скопления плагиоклазов образовали хлориты, а на их местах путем соединения ионов кальция (Ca), вынесенного из плагиоклазов и углекислого газа (CO_2), принесенного водой, образовались карбонаты. В пользу такого характера (в основном за счет своих же веществ) вторичных изменений говорит факт почти полной идентичности химических составов измененных в свежих долеритовых базальтов (табл. 1).

Наличие свежих корок вокруг трещин и других полостей (в том числе и вдоль трещин между столбами) объясняется тем, что после каждого смачивания эти участки быстро высыхали и процессы изменений там не развивались.

О развитии хлоритов и других описанных выше вторичных минералов в зонах гипергенеза основных изверженных пород свидетельствуют также данные по траппам Декана (Вембан, 1950) и Южной Африки (Уокер, Полдерварт, 1950).

ЛИТЕРАТУРА

- Батти М.Х. Петрогенезис новозеландской спилитовой серии. Сб. "Проблемы палеовулканизма". Изд. ИЛ, 1963.
- Белов И.В. Трахибазальтовая формация Прибайкалья. Изд. АН СССР, 1963.
- Вембан Н.А. Пути дифференциации в траппах Декана. Сб. "Геология и петрология трапповых формаций". Изд. ИЛ, 1950.
- Куплетский Б.М. Палагонитовые базальты Тимана. Труды института геологических наук Академии Наук СССР, вып. 25, 1940.
- Никольс Г.Д. Автометасоматоз в нижних спилитах Бильтской вулканической серии. Сб. "Проблемы палеовулканизма". Изд. ИЛ, 1963.
- Розенбуш Г. Описательная петрография. Горгеонефтиздат, 1934.
- Сазонова З.А. Петрография базальтов Чешской губы. Труды петрографического института Академии Наук СССР, вып. 12, 1938.
- Сердюченко Д.П. Хлориты, их химическая конституция и классификация. Тр. инст. геол. наук, вып. 140. Изд. АН СССР, 1953.
- Уокер Ф. и Полдерварт А. Долериты Карру Южно-Африканского Союза. Сб. "Геология и петрография трапповых формаций". Изд. ИЛ, 1950.

- Харазян Э.Х. Стратиграфическое положение долеритовых базальтов Лорийского плато в разрезе вулканического комплекса Джавахкского хребта. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XIX, №5, 1966.
- Харазян Э.Х. Новейшие вулканические образования верховьев бассейна р. Ахурия (Арм. ССР). Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XX1, №5, 1968.
- Харазян Э.Х. К петрохимической характеристике долеритовых базальтов северо-западной части Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XX1У, №2, 1971.