

4. Лобач-Жученко С. Б. Тоналит-плагиогранитные серии архея Карелии: геологические типы и петрогенезис. В кн. «Петрология», секц. С 09, докл., т. 9 М., «Наука», 1984.
5. Мелконян Р. Л. Петрология, минералогия и геохимия интрузивных комплексов Алавердского рудного района. В кн. «Петрология и геохимия интрузивных комплексов некоторых рудных районов Армянской ССР». Изд. АН АрмССР. 1976.
6. Мелконян Р. Л., Романчев Б. П. Условия формирования некоторых габбро-гранитондных формаций Армении. «Геохимия», № 6, 1985, с. 808—820.
7. Сайз У. Б. Полигенные трондземиты. В кн. «Петрология», секц. С 09, докл., т. 9 М., «Наука», 1984.
8. Трондземиты, дациты и связанные с ними породы. М., «Мир», 1983, с. 488.
9. Clifton R. N., Goldsmith et al. Limits on the effect of pressure on isotopic fractionation. *Geochem. et cosmochim. Acta*, vol. 39, № 8, 1975.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 5, 38—44, 1985.

УДК:553.53:552.313

К. И. КАРАПЕТЯН

ОБ ИГНИМБРИТОВОЙ ПРИРОДЕ АРТИК-ТУФА («ТУФОЛАВЫ АРТИКСКОГО ТИПА»)

В статье приводятся геологические данные, на основании которых делается вывод об игнимбритовом, а не лавовом происхождении «туфолов арктического типа».

Игнимбриты и туфолавы продолжают вызывать повышенный интерес, определяемый неясностью, даже загадочностью целого круга вопросов, связанных с их образованием. Касается это в первую очередь туфолов (игниспумиты, пенистые потоки и т. п.) и, конечно же, четвертичных туфолов территории Армянской ССР, нахождение и определение которых этим термином Г. Абихом [1] фактически положило начало проблеме вулканических пород, обладающих признаками как лав, так и игнимбритов.

Ныне¹ к породам этого разряда относят широко известные, так называемые, «туфолавы арктического типа» или «артик-туф», залегающие на ЮВ, Ю, ЮЗ, З и СЗ склонах массива г. Арагац и, частично, выходящие за его пределы. Находятся они в тесной ассоциации с типичными игнимбритами, имеют дацитовый и андезито-дацитовый состав и образуют потоки и покровы протяженностью до 20 км и мощностью до 20—25 м. Это розовая, сиреневая с многими оттенками, красноватая, пепельно-серая, темно-серая, даже черно-серая, обычно мягкая порода, включающая шлаковые, пемзовые и шлаково-пемзовые фьямме, обломки инородных пород, фенокристаллы и обломки плагиоклаза, гиперстена, клинопироксена и, изредка, роговой обманки. Матрица лишена обломочной структуры и имеет стекловатое, нередко тонкополосчатое, флюидальное строение, местами содержит редкие микролиты плагиоклаза и бывает пористой.

Именно такие, «лавовые» структуры матрицы, которой в принципе артик-туф отличается от классических игнимбритов, являются главным доводом его лавового происхождения [14, 12, 13, 11, 16, 17, 2, 3, 5, 19—22 и др.]; кроме этого ссылаются также на наклонную, по ходу

¹ Г. Абих [1]. П. И. Лебедев [12, 13] и, вначале, А. А. Адамян [2] относили к туфоловам и так называемые «пламенные туфы». Исследования А. Н. Заварицкого, К. Г. Шириняна и др. не оставляют сомнения в том, что эти образования являются типичными игнимбритами.

течения, поверхность потоков артик-туфа и отсутствие в их основании рыхлых пемзовых слоев, что якобы не типично для игнимбригов¹.

К игнимбригам артик-туф впервые отнес А. Н. Заварицкий [7, 8]. Он и его последователи полагают, что матрица из пирокластической в «лавовую» переродилась в результате «интенсивного сваривания» (спекания) пепловых частиц, фактически относя артик-туф к фациальной разновидности игнимбригов [8, 9, 10, 15, 6].

Примечательно, что многие авторы, независимо от того, какой версии они придерживаются, в определении генезиса артик-туфа решающее слово оставляют за тщательным изучением геологии.

Действительно, специальное изучение показало, что есть геологические факты, бесспорно говорящие о игнимбриговом происхождении артик-туфа. К таковым, в первую очередь, относятся: а) характер взаимоотношения артик-туфа с типичными игнимбригами и б) залегание тех и других на вершинах и склонах шлаковых конусов.

Наиболее выразительными оказались данные, полученные на Ю и ЮВ склонах г. Арагац и примыкающих к ним плато, главным образом, на Шамирамском.

Артик-туфы здесь заключены между двумя потоками игнимбригов—«нижних» и «верхних» (названия условные). Нижние игнимбриги, часто слабоспекшиеся, содержат относительно небольшое количество крупных ($>2,5$ см) фьямме и, как правило, практически неокислены, окрашены в черно-серый, черный цвет; обычно их мощность только иногда превосходит 0,8—1,0 м. В верхних игнимбригах больше крупных фьямме, обыкновенно они интенсивно окислены, иногда по всей мощности, местами достигающей 2—2,5 м. Для тех и для других характерны: стекловатые и пемзовые фьямме, многочисленные ксенолиты, фенокристаллы и обломки плагиоклаза, гиперстена и клинопироксена, пепловая структура матрицы, колебание состава, обычно в границах андезит—дацит.

Эта обычная «триада» местами дополняется горизонтом игнимбригов, выделенных автором как «игнимбриги антарутского подтипа», мощностью редко более 1,5 м, которые вклиниваются между артик-туфом и верхними игнимбригами. Для этих пород, в общем, характерно окисление до буроватых цветов, интенсивное спекание, шлаковые и стекловатые фьямме, обилие ксенолитов, вкрапленники и обломки плагиоклаза, гиперстена и клинопироксена и паратакситовая матрица: последняя ставит их структурно в промежуточное положение между типичными игнимбригами и артик-туфом. Состав их дацитовый и андезито-дацитовый.

Все эти породы, включая и артик-туф, непосредственно налегают друг на друга, образуя в контактах, как выяснилось, своеобразные зоны смешения. Зоны смешения, имеющие весьма нечеткие границы, охватывают обе контактирующие породы и выражаются, главным образом, во взаимном проникновении фьямме; мощность их редко превышает 40 см. Как закон, большая часть зоны приходится на нижележащую породу; наиболее условны границы зон смешения между артик-туфом и игнимбригами антарутского подтипа—местами создается впечатление постепенного перехода между ними.

Сжатая характеристика соотношений артик-туфа и игнимбригов позволяет считать, что извержения всех четырех типов пород следовали друг за другом, с незначительными промежутками времени, и ос-

¹ Надо сразу оговориться, что и в основании многих типичных игнимбригов пемзовые слои отсутствуют, а сами они на склонах г. Арагац часто имеют наклонные (до 8—10°) по ходу перемещения, а местами (западная окраина с. Бюракан) и крутые (до 30—32°) поверхности.

ывали они одновременно, как единая масса («остывшая единица» по Смигу [18]).

Потоки этой остывшей единицы, двигаясь с СВ и С, со стороны г. Арагац, обтекали и иногда поднимались по склонам встречных возвышенностей, в том числе андезито-базальтовых и андезитовых шлаковых конусов Шамирамского плато.

Факт залегания игнимбригов на вершинах и склонах шлаковых конусов известен со времен П. И. Лебедева [12], который, имея в виду Шамирамское плато, писал: «Плато это сложено из туфовых лав (речь идет о т. н. «пламенных туфах—К. К.), очевидно, в крайне жидкоплавком состоянии спустившихся с Алагеза и местами поднявшихся на существовавшие к этому времени шлаковые конусы, местами же только обтекавших их» (стр. 143). К сожалению, это высказывание, а также новые находки такого аномального залегания К. Г. Шириняном, В. Т. Амаряном и Ю. Г. Гукасяном не привлекли внимания специалистов при толковании механизма движения игнимбригообразующих потоков¹.

Очень наглядно налегание пород остывшей единицы на склоны и вершины конусов Шамирам-1 и Кармратар-1, которые первыми оказались на пути движения потоков.

Шамирам-1 (СЗ Кызыл) представлен шлаковым конусом диаметром основания до 1450 м и высотой около 200 м; коничность вулкана

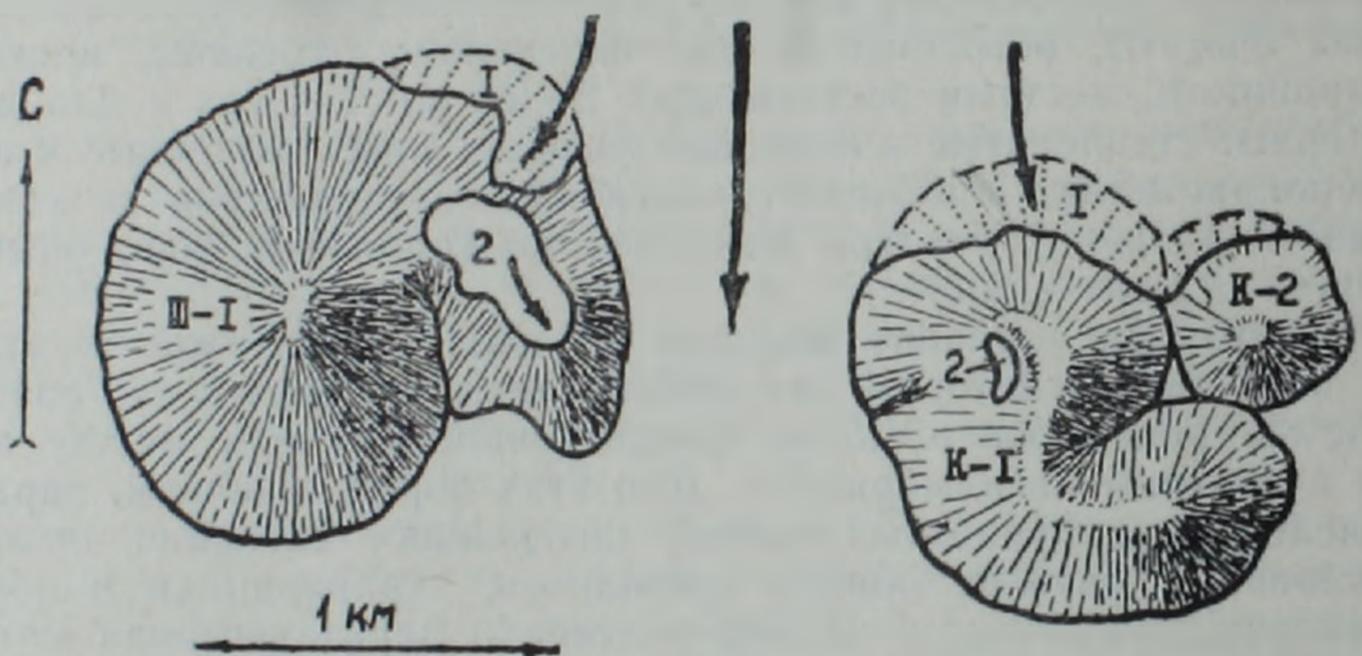


Рис. 1. Залегание игнимбригов (в том числе и артик-туфа) на шлаковых конусах Шамирам—1 (Ш—1), Кармратар—1 (К—1) и Кармратар—2 (К—2). 1—склоновые залежи, 2—вершинные залежи. Стрелками показано направление движения пепловых потоков.

нарушена глубокой, широкой балкой ЮЮВ направления, отчленяющей восточную, суженную и пониженную ($h=120\div 125$ м) часть, имеющую плоскую, выровненную поверхность. Менее значительная балка прорезает СВ склон вулкана. Нижние, верхние игнимбриги и, как удалось установить, артик-туф покрывают СВ и, частично, С склоны и уплощенную восточную вершинную часть конуса.

Склоновая залежь хорошо наблюдается в СВ балке. Нижние игнимбриги, образующие пласт мощностью 0,6—0,8 м, поднимаются по склону, угол которого постепенно возрастает от 8—10° до 16—18°, до высоты 105—110 м. Выстилая дно балки и протягиваясь более чем

¹ Очень интересные факты такого залегания, не столь уж редкие для игнимбригов Армянской ССР, судя по литературным источникам, в других регионах пока не известны.

на $4/5$ длины склона ($\sim 350—355$ м), они выступают непрерывным карнизом по правой бровке-«водоразделу». Несколько «отстает» от них арктик-туф: он занимает примерно нижние $2/3$ склона и заполняет только ложевую часть балки, где его мощность составляет $1,2—1,5$ м. Только в нижней четверти склона сохранились верхние игнибриты, имеющие мощность $1,0—1,3$ м; выше по склону они встречаются отдельными глыбами.

После небольшого «разрыва» в верхах склонов, где эти породы не сохранились, они появляются вновь, слагая упомянутую вершинную залежь. Залежь, вытянутая к ЮВ на 500 м при максимальной ширине около 250 м, имеет плоскую, ровную поверхность и со всех сторон, кроме северо-западной, ограничена карнизом высотой $0,5—8,5$ м. Наиболее полный разрез вскрыт в ССВ части, где карниз нависает над СВ балкой, по которой и поднимались породы все той же «триады».

В этом месте намечается широкая и неглубокая балка, которая, протягиваясь из южных румбов под незначительным уклоном, переходит в крутую СВ, склоновую балку. Здесь, в поперечном разрезе залежи, видно, что нижние игнибриты выстилают балку, теряя в мощности к бортам от $2,0$ до $0,5$ м. Арктик-туф выравнивает прогиб, выклиниваясь к его краям; максимальная его мощность около $5,0$ м. Завершающие разрез верхние игнибриты, мощностью $1,3—1,5$ м, по краям балки уже непосредственно налегают на нижние игнибриты. Такое налегание характерно для большей части карниза, ограничивающего залежь с остальных сторон.

Близка картина на расположенном к востоку шлаковом конусе Кармратар-1 (СВ Кызыл, Кызыл). Конус этот, диаметром основания 1375 м и высотой около 180 м, рассечен глубокой СВ балкой, придающей ему форму подковы; вторая балка, более обширная, в общем не нарушая морфологии вулкана, вложена в ЗЮЗ склон.

Нижние игнибриты здесь поднимаются примерно на $75—80$ м, образуя карниз-воротник высотой $0,8—1,0$ м и покрывая свыше $1/3$ северных склонов; крутизна их поверхности, на протяжении этих $200—220$ м, постепенно возрастает от $9—10^\circ$ до $13—14^\circ$. Верхние игнибриты в сплошном покрове, толщиной $1,0—1,4$ м, сохранились только в самых низах склонов.

К В и ЮВ игнибриты вторгаются в седловину между Кармратаром-1 и небольшим шлаковым же конусом Кармратар-2 и протягиваются далее, покрывая северные склоны последнего. Над седловиной нижние игнибриты прогибаются, мощность их возрастает до $1,5—1,6$ м, а на них уже залегает арктик-туф. Арктик-туф, в общем, выравнивающий кромку карниза, выклинивается к краям седловины, имея над ее осью мощность $5,8—6,0$ м. На его поверхности сохранились единичные плиты игнибритов антарутского подтипа, а еще дальше от карниза—глыбы верхних игнибритов.

Другая залежь, имеющая в плане серповидную форму, находится к западу от вершины; вложена она в верховья ЗЮЗ балки, нависая над ней карнизом длиной около 200 м.

Основание разреза слагают выстилающие балку нижние игнибриты; мощность их к середине возрастает от $0,6—0,8$ до $1,2—1,4$ м. Расположенный выше арктик-туф уже фактически выравнивает впадину—имея над осью мощность $9—9,5$ м, он к склонам балки выклинивается. Следующие затем игнибриты антарутского подтипа и верхние игнибриты выдержаны в мощностях ($0,8—1,2$ м и $0,9—1,1$ м—соответственно): последние образуют ровную поверхность залежи, на которой расположена средневековая крепость. Высота поверхности залежи около 155 м.

Описанные условия залегания, особенно на Шамираме-1, с несомненностью указывают на то, что потоки арктик-туфа, так же как и потоки типичных игнимбритов, перемещались вверх по склонам крутизной до 18°, преодолевая расстояния более 400—450 м и высоты свыше 150 м. Такого рода движение возможно для стелющихся потоков аэрозольного типа, обладающих чрезвычайно высокой скоростью, а, следовательно, и турбулентным характером, но ни в коей мере не для потоков лав, движущей силой которых является сила тяжести.

Уже этого достаточно для утверждения, что во время транспортировки и отложения материал, из которого консолидировался арктик-туф, консистенционно не отличался от игнимбритообразующей массы пепловых потоков, и что «лавовые» структуры матрицы являются вторичными.

На первично рыхлое состояние арктик-туфа указывает и важный факт наличия зон смешения: главным условием их образования, если учесть взаимный «обмен» комками пемз и лав, преобразуемых затем в фьямме, является движение рыхлой породы по рыхлому же основанию.

Таким образом, приведенные геологические данные однозначно говорят о том, что арктик-туф является не туфолавой (игниспумитом, кластолавой, пенным потоком), а игнимбритом (спекшимся туфом), правда с перерожденной матрицей.

Второй, очень важный вывод, вытекающий из изложенного—переплавление стекловатых частиц с полной утратой пирокластической структуры, в чем еще есть сомнения у многих исследователей, является, таким образом, неопровержимым фактом. Причины такого перерождения матрицы требуют специального исследования, которому будет посвящена отдельная статья.

Институт
геологических наук
АН АрмССР

Поступила 19.III. 1985.

Կ. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՐԹԻԿ-ՏՈՒՑԻ ԻԳՆԻՄԲՐԻՏԱՅԻՆ ԲՆՈՒՅԹԻ ՄԱՍԻՆ
(«ԱՐԹԻԿԻ ՏԻՊԻ ՏՈՒՑԱՆՎԱՆԵՐԸ»)

Ա մ փ ո փ ու մ

Ինչպես իգնիմբրիտների, այնպես էլ լավաների հատկանիշներ ունեցող տուֆալավաների ծագման հարցը մինչև օրս էլ մնում է վիճելի: Տուֆալավաներին են վերագրում լայն ճանաչում գտած դացիտային և անդեզիտադացիտային կազմի արթիկ-տուֆերը, որոնք տիպիկ իգնիմբրիտներից տարբերվում են հիմնական զանգվածի ապակենման կառուցվածքով, որն առավել բնորոշ է թթու կազմի լավաներին:

Հողվածում երկրաբանական տվյալներ են բերված, որոնք վկայում են այն մասին, որ արթիկ-տուֆերը, ինչպես և իգնիմբրիտները, հանդիսանում են մոխրային հոսքերի առաջացումների: Այդ տվյալների թվին են պատկանում ա) արթիկ-տուֆերը, ինչպես և իգնիմբրիտները, իրենց շարժման ըն-

թացքում ոչ միայն շրջանցել են իրենց ճանապարհին հանդիպած խարամային կոները, այլև բարձրացել են նրանց լանջն ի վեր՝ նստելով նրանց գագաթներին. բ) արթիկ-տուֆերի և նրանց ստորին ու վերին մասերում տեղադրված տիպիկ իգնիմբրիտների կոնտակտներում առաջանում են միախառնման զոնաներ, որոնք հիմնականում արտահայտված են ֆյամմենների փոխադարձ ներթափանցմամբ:

K. I. KARAPETIAN

ON THE IGNIMBRITIC NATURE OF ARTIK-TUFFS
(„WELDED TUFFS OF THE ARTIK TYPE“)

A b s t r a c t

The origin of welded tuffs, which show indications of both ignimbrites and lavas, is a debatable problem. The well-known Artik-tuffs of dacitic and andesite-dacitic composition are attributed to welded tuffs, which differ from typical ignimbrites by vitreous textures of matrix being characteristic for the groundmass of acidic lavas.

Geological data are brought showing the Artik-tuffs, as the ignimbrites, to be formed as a result of deposition by nuées ardentes. Some of those data are followings: 1) during their movement the Artik-tuffs, as the typical ignimbrites, not only have flowed round slag cones, but have raised uphill and deposited on their summits, 2) in contacts of Artik-tuffs with under- and overlying typical ignimbrites, with which they form a „cooled down unit“, confusion zones are formed, which are expressed by reciprocal penetration of the liamme.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абух Г. Геология Армянского нагорья. Западная часть.—Зап. Кавказ. отд. Русск. геогр. об-ва, Пятигорск; кн. 21, 1899, 202 с.
2. Адамян А. А. Туфы и туфолавы южных склонов массива г. Арагац.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, 1951, т. 4, № 3, с. 231—247.
3. Адамян А. А. К вопросу о происхождении туфо-туфолововых отложений Армении.—В кн.: Туфолавы и игнимбриты, М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 61—65.
4. Амарян В. М. О генезисе туфов и «туфолов» Армении.—В кн.: Вулканические и вулканоплутонические формации, М.: Изд. Наука, 1966, с. 134—139.
5. Белянкин Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении.—Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 3, с. 141—144.
6. Горшков Г. С. О строении вулкана Арагац и его игнимбритах.—В кн.: Туфолавы и игнимбриты, М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 66—71.
7. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах и туфоловах Армении.—Вестник АН СССР, 1945, № 10—11, с. 18—24.
8. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах Армении.—ДАН СССР, 1946, т. 53, № 8, с. 733—735.
9. Заварицкий А. Н. Игнимбриты Армении.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 3, с. 3—18.
10. Заварицкий А. Н. По поводу замечаний П. И. Лебедева о природе туфовых лав Армении.—Изв. АН СССР, серия геол., 1948, № 2, с. 125—126.
11. Залесский Б. В., Петров В. П. Артикское месторождение туфовых лав.—Тр. Петрограф. ин-та, М.: 1931, вып. 1, с. 71—87.

12. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы.—Тр. СОИС, серия закавказ.. Л. изд. АН СССР и Упр. водн. хоз-ва ССР Армении, 1931, вып. 3, 379 с.
13. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагез.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 6, с. 119—120.
14. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье.—Природа, 1928, № 5, с. 430—436.
15. Мкртчян К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа (Армянская ССР).—Изв. АН СССР, серия геол., 1954, № 5, с. 119—126.
16. Петров В. П. Игнимбриты и туфолавы; еще о природе арктик-туфа.—В кн.: Туфолавы, М.: Изд. АН СССР, 1957. с. 17—25.
17. Петров В. П. Петрографический облик игнимбритов и туфовых лав и их место среди горных пород, промежуточных между лавами и туфами.—В кн.: Туфолавы и игнимбриты, М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 24—38.
18. Смит Р. Л. Потоки вулканического пепла.—В кн.: Проблемы палеовулканизма, М.: ИЛ, 1963, с. 307—370.
19. Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфо-туфолаво-вой голши области г. Арагац.—В кн.: Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1956, с. 74—82.
20. Ширинян К. Г. Игнимбриты и туфолавы (принципы классификации и условия формирования на примере Армении).—В кн.: Туфолавы и игнимбриты. М.: Изд. АН СССР, 1961, с. 47—61.
21. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1961, 160 с.
22. Ширинян К. Г. Игнимбритовый вулканизм.—В кн.: Позднеорогенный кислый вулканизм Армянской ССР, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, с. 89—96.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 5, 44—71, 1985.
УДК:552.333.552.12:551.763.3

А. Х. МНАЦАКАНЯН, Э. Х. ХУРШУДЯН

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВА КЛИНОПИРОКСЕНОВ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО БАЗАЛЬТОВОГО КОМПЛЕКСА КАК ОТРАЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ЕГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОСТИ (ИДЖЕВАНСКИЙ ПРОГИБ)

Клинопироксены различных генераций в последовательно залегающих пластах брекчий, потоках и силлах верхнемеловых базальтов Иджеванского прогиба варьируют от диопсид-салитов до авгитов ($Si_9Fe^{+2}Mg_4 \leftrightarrow Al^{IV}Fe^{+3}Ca_4$). Эти замещения вызывают закономерные вариации таких параметров в элементарной ячейке, как *c* и *b*. Устанавливаются два типа зональности: *прерывистая* ($Si_{10}Mg_9Fe^{+2} \leftrightarrow Al^{IV}Fe^{+3}Ti_6$), связанная со сменой Amf—СРх парагенезиса фенокристаллов на Ol—СРх в различных фракциях базальтово-о расплава в условиях повышения T и падения P_{H_2O} и *непрерывная* ($Al^{IV}Ca_7Fe^{+3} \leftrightarrow Si_{10}Fe^{+2}Al^{IV}$), связанная со сменой интрателлурического этапа на эруптивный и прекращением кристаллизации вкрапленников оливина в условиях падения T и дегазации.

Существенная роль клинопироксенов в петрогенезисе базальтов определяется тем, что их кристаллическая структура вмещает все главные катионы базальтовых систем и является индикатором химизма вмещающей среды. Состав клинопироксенов и ведущие изоморфные пары элементов отражают принадлежность базальтовых серий к различным геологическим ассоциациям [5, 14, 17]. Характерные для клинопироксенов зональные структуры фиксируют изменения T° , химизма силикатной части расплава и режима летучих, в частности, SiO_2 , TiO_2 , Ca/Al по [19, 20], Si/Al, Fe/Mg по [15], Si/Al и P_{H_2O} в связи с прерывистой кристаллизацией лейцита по [16], Si, ΣFe и FeO_2 , определяющими по [21] гетеровалентные $SiFe^{+2} \leftrightarrow Al^{IV}Fe^{+3}$ замещения.

В статье приводятся результаты химических и микрозондовых анализов различных генераций клинопироксенов верхнеконьяк-сантон-