

Г. С. ГОРШКОВ

**О СТРОЕНИИ ВУЛКАНА АРАГАЦ
И О ЕГО ИГНИМБРИТАХ**

(Лаборатория вулканологии АН СССР)

Взгляды на генезис знаменитых «туфовых лав» Армении и на источник извержений их материала менялись по мере накопления наших знаний о типах извержений действующих вулканов. Это вполне естественно, так как «основным методом в вулканической геологии или палеовулканологии является объяснение особенностей вулканических образований на основании тех сведений, которые дают нам действующие вулканы» (Заварицкий, 1947, стр. 3).

Первоначальная точка зрения на генезис армянских туфовых лав была высказана Абигом (Abich, 1882). На основании своих наблюдений, произведенных более столетия тому назад (1840—1850), Абих выдвинул гипотезу перерождения пехштейновых лав в туфовые лавы. Гора Арагац (ранее Алагез) рассматривалась Абигом как вулкан, но источником извержений туфовых лав он считал «продольные или кратерообразные отверстия... на склонах Алагеза» (Абих, 1899, стр. 33). В то время все развитие вулканологии базировалось на изучении действующих вулканов Средиземноморья с их существенно эффузивным характером. В этой связи предположение о первично лавовом происхождении «туфовых лав» было совершенно естественным и казалось единственно возможным.

В 1927—1930 гг. вулкан Арагац детально изучался большой экспедицией под руководством Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (1928). Участники этой экспедиции целиком восприняли старый взгляд Абиха на генезис туфовых лав, приняв их первично лавовое происхождение. Однако в отличие от Абиха П. И. Лебедев (1931) источником извержений туфовых лав считал вершинный кратер Арагаца.

«Туфолавы» вулкана Арагац местами имеют ясно выраженную пирокластическую структуру. Поэтому К. Н. Паффенгольцем (1938) была выдвинута гипотеза о их первично обломочном происхождении. На основании своих многолетних исследований он пришел к заключению, что туфолавы являются обычным вулканическим туфом, изменившимся вследствие высокой температуры. Центрами извержений он считал небольшие побочные конусы, «кызылы», у подножия Арагаца. Сам массив Арагаца рассматривался Паффенгольцем не как вулкан, а как антиклинальное поднятие, возможно связанное с внедрением неглубокой интрузии. Характер извержений, образовавших туфы, предполагался «воздушный». Совершенно справедливо сомневаясь в лавовой природе туфолав, Паффенгольц в то же время не использовал уже появившиеся к этому времени работы Феннера и Маршалла и считал туфолавы продуктами тех

обычных пепловых извержений вулканского типа, которые только и были известны в «классической» вулканологии. Подобную гипотезу, как известно, выдвигал также Дель-Эрба (Dell'Erba, 1892) для итальянских пиперно, но это было задолго до того, как вулканологам стали известны извержения вулканов Пеле и Катмаи.

Спекшиеся туфы действительно могут образовываться при воздушном переносе извергнутого материала, но это чрезвычайно редкий случай (Martin, 1959; Горшков, в этом сборнике); в этом случае туфы образуются на очень ограниченной площади и их условия залегания иные, нежели у армянских туфолав (и игнимбригов вообще).

А. Н. Заварицкий пересмотрел происхождение армянских туфовых лав с точки зрения новых идей Маршалла. При микроскопическом изучении этих пород и в поле он обнаружил ряд характерных признаков, которые Маршалл приводит для игнимбригов и определил «туфовые лавы» Армении как «игнимбриги» (Заварицкий, 1946, 1947). Источником извержений игнимбригов, как и в других случаях, он считал предполагаемые трещины у подножия Арагаца, однако вопрос о центрах извержений остался, в сущности, открытым. Работы Заварицкого познакомили советских геологов с новыми идеями вулканологии, это привело к пересмотру устаревших точек зрения, и во многих районах Советского Союза было установлено присутствие пирокластических игнимбригов.

В настоящее время среди армянских геологов на генезис «туфолав» доминируют «компромиссные» взгляды: одна часть пород (туфы арктического типа) рассматривается как первично лавовая, а другая — как пирокластические игнимбриги (Ширинян, 1956; Адамян, 1951). Отличие одних пород от других проводится по чисто микроскопическим признакам в отдельных шлифах, в то время как макроскопически и по геологическим условиям залегания те и другие породы сходны.

Источником извержений туфолав и игнимбригов в настоящее время одни авторы считают многочисленные побочные конусы у основания Арагаца (Асланян, 1956), другие — гипотетические трещины (Ширинян, 1957).

За 40 лет, истекших со времени опубликования работ Феннера, в вулканологии накопился новый материал, позволяющий, как нам кажется, по-новому подойти к проблеме происхождения армянских туфолав и игнимбригов и, по-видимому, к проблеме игнимбригов вообще.

Извержение сопки Безымянной на Камчатке 30 марта 1956 г. (Горшков 1957, 1959), сходное по своим последствиям с извержением Катмаи, позволило вскрыть некоторые ошибочные положения в концепции Феннера. Критика представлений Феннера об извержении Катмаи приведена автором вместе с подробной библиографией в другой работе (Горшков, 1961) и здесь не повторяется. Основной вывод, к которому пришел автор в результате сравнительного изучения извержений вулканов Безымянного и Катмаи, — «песчаный поток» (игнимбриг) Долины Десяти Тысяч Дымов на Аляске был извергнут из вершинного кратера Катмаи, а не из проблематичных трещин в дне долины, и образование «песчаного потока» тесно связано с формированием кальдеры Катмаи¹.

Таким образом, если проблему образования игнимбригов рассматривать с точки зрения аналогий с извержением Катмаи, как это делал Маршалл, но в соответствии с новыми данными о ходе этого извержения, то следует признать, что источником, извержений раскаленной пирокластической лавы, которая образует игнимбриги, является достаточно большой вулканический аппарат центрального типа, а не сеть гипотетических трещин. По

¹ Подобная точка зрения и критика воззрений Феннера была высказана Х. Уильямс и др. (P. Williams, G. Curtis, W. J. u h l e. 8-Н Pac. Sei. Congr. 1953, V. II, p. 129). *Ред.*

всей вероятности, образование игнимбригов имеет самое близкое отношение к процессам образования кальдер.

Вряд ли является случайностью, что все крупные отложения игнимбригов (спекшихся туфов) всегда приурочены к окрестностям вулканических депрессий кальдерного типа (кальдера Узон на Камчатке, оз. Таупо и Роторуа в Новой Зеландии, оз. Тоба на Суматре, кальдеры Кратер Лейк и Моно Лейк в Калифорнии и т. д.). Крайне показательным является тот факт, что японские вулканологи и геологи в результате тщательного петрографического и геологического изучения спекшихся туфов и после обсуждения результатов исследований на специальном симпозиуме пришли к единодушному выводу, что все отложения спекшихся туфов Японии приурочены к окрестностям кальдер и образовались из пирокластических потоков, генетически связанных с формированием кальдерных депрессий и синхронных им.

Попытаемся нарисовать схему строения массива Арагац и рассмотреть вопрос об источниках извержений его спекшихся туфов, исходя из новейших данных изучения современного вулканизма.

Вулкан Арагац — это большой массив, диаметр основания которого достигает 50 км; он имеет абсолютную высоту 4090 м и возвышается над Арагатской долиной на 3100—3300 м. Уже давно (Личков, 1931) было отмечено «ступенчатое» строение массива; сверху вниз выделялись следующие ступени: 1) район вершин, окружающих кратер; внешние склоны этих вершин довольно круто спускаются к следующей ступени, над которой они возвышаются на 700—900 м; 2) кольцеобразное привершинное плато, лежащее на высоте 2800—3300 м; на плато расположены многочисленные озера; 3) пологие склоны этого плато, спускающиеся к прилегающей равнине. Район привершинного или озерного плато рассматривался как результат деятельности селективной ледниковой эрозии (Личков, 1931; Рейнгард, 1939). Позже было установлено, что роль ледниковой экзарации первыми исследователями сильно преувеличивалась, и что, по сути, следы сколь-нибудь заметной ледниковой деятельности на поверхности плато отсутствуют (Думитрашко, 1950). Это плато теперь рассматривается как остаток древнего пенеппена (Асланян, 1950).

При кратких экскурсиях на вулкан Арагац, проведенных во время Первого вулканологического совещания в 1959 г., у автора сложились иные соображения о строении вулкана. Эти соображения основаны на довольно большом опыте исследований в областях современного вулканизма и предлагаются в качестве рабочей гипотезы, которая требует специальных полевых исследований.

Вулкан Арагац имеет сложное строение типа «Сомма — Везувий». Древняя сомма вулкана от уровня Арагатской долины поднимается до до высоты 2500—3000 м. Начало перехода склонов к «озерному плато» отмечает край древней кальдеры; диаметр ее достигал 15—20 км. Современная вершина Арагаца представляет центральный конус, который целиком заполнил кальдеру, на месте атрио осталось плоское «озерное плато». Центральный конус расположен несколько эксцентрично — ближе к северо-восточному краю кальдеры, в связи с этим плато шире на юго-западе. Предполагаемая схема строения вулкана Арагац приведена на прилагаемом рисунке.

Образование игнимбригов генетически и по времени связано с формированием древней кальдеры, именно поэтому «туфолавы» отмечаются

¹ Автор имел возможность в 1958 г. ознакомиться с некоторыми отложениями спекшихся туфов Японии: кальдеры Шикопу, Ноборибецу и Тойя на о-ве Хоккайдо, кальдера Асо и «Асо-лавы» на о-ве Кюсю, спекшиеся туфы извержения 1783 г. на вулкане Асама. Обсуждение с японскими вулканологами проблемы происхождения «спекшихся туфов» непосредственно в поле было очень полезным.

только на склонах соммы не выше чем 2500 м (Шириян, 1956) и отсутствуют как на «озерном плато», так и в привершинной части, т. е. в более поздней постройке центрального конуса. С нашей точки зрения «туфолавы» являются фациальной разновидностью пирокластических игнимбритов, которые, будучи расположены ближе к центру извержения (древней кальдере), подверглись более интенсивному спеканию. Шириян (1956) дал карту распространения туфолав и пирокластических игнимбритов. На его схеме ясно видно, что те и другие породы полукольцом

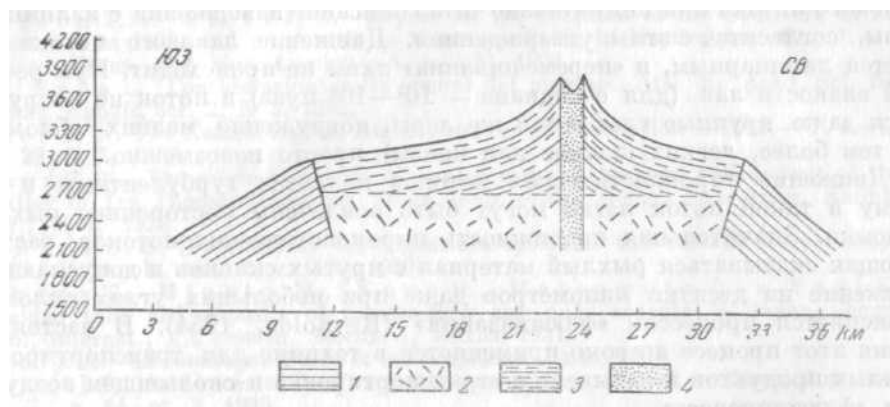


Схема предполагаемого строения вулкана Арагац. Разрез с юго-запада на северо-восток; отношение вертикального масштаба к горизонтальному 5:1

1 — постройка соммы; 2 — отложения на дне кальдеры; 3 — центральный конус; 4 — канал центрального конуса

охватывают массив Арагаца, причем «туфолавы» расположены в интервале высот 2500—1500 м, а игнимбриты — гипсометрически ниже. Первично пирокластическая природа «туфолав Арктического типа» убедительно показана К. А. Мкртчяном (1954), на основании данных детальных геологоразведочных работ на Арктическом месторождении.

Необходимо подчеркнуть, что проблема происхождения игнимбритов является в равной степени, если не более, геологической, нежели чисто микроскопической, т. е. она должна решаться скорее при полевых исследованиях, а не под микроскопом. Автору пришлось изучать на Курильских островах процессы полного превращения пирокластике в лавоподобную породу. В шлифах такая порода обнаруживала типичную лавовую структуру и только условия залегания и переходные разновидности свидетельствовали о первичном пирокластическом ее происхождении (Горшков, наст. сборник).

Следует отметить, что с точки зрения изучения процессов активного вулканизма первично-лавовые гипотезы происхождения игнимбритов или «туфолав» полностью исключаются как физически невозможные. Имеющиеся за рубежом многочисленные гипотезы этого рода не пользуются широким распространением и поддержкой. Исключение составляют исследования в нашей стране, где первично-лавовые гипотезы, пожалуй, доминируют, особенно среди геологов, изучающих древние вулканические формации. В настоящее время существует мнение о первично-пирокластической природе Узонских игнимбритов (Пийп, наст. сборник) и о лавовой природе только семячских «туфолав» (Влодавец, 1953). С последним толкованием автор не согласен. Ссылки на пример первично-лавового образования этих «туфолав» на Камчатке вместе с предлагаемым ранее механизмом теперь несостоятельны. Аналогия со вскипающим

молоком, приводимая иногда в качестве аргумента, основана на очевидном недоразумении. Процесс «вскипания» лавы хорошо известен, это — пемзообразование. При этом процессе происходит быстрое охлаждение лавы, образуются пемза и пемзовые (т. е. пирокластические) потоки, которые при некоторых условиях дают игнимбриты, но это первично пирокластические, а отнюдь не лавовые образования. Попадание в лаву или захват жидким лавовым потоком сколько-нибудь заметного количества рыхлого материала совершенно исключается. Каждый, кто видел излияние лавового потока или внимательно читал описание извержения с излиянием лавы, согласится с этим утверждением. Движение лавового потока является ламинарным, и «перемешивания» лавы не происходит. При реальной вязкости лав (для обсидиана — 10^7 – 10^8 пуаз) в поток не погружаются даже крупные глыбы той же лавы, погружение мелких обломков (а, тем более, легких шлаков или пемзы) просто невозможно.

Движение пирокластических потоков является турбулентным и поэтому в такой поток легко могут быть вовлечены посторонние рыхлые обломки. Значительная подвижность пирокластических потоков, заставляющая скатываться рыхлый материал с крутых склонов и допускающая движение на десятки километров даже при небольших углах склонов, объясняется процессом «флюидизации» (Reynolds, 1954). В настоящее время этот процесс широко применяется в технике для транспортировки рыхлых продуктов и называется «транспортировка в скользящем воздухе» или «флюидпроцесс».

В заключение хочется еще раз подчеркнуть роль изучения процессов активного вулканизма для палеовулканологии и в этой связи призвать к осторожности при тех или иных построениях, которые идут в разрез с опытом современной вулканологии.

ЛИТЕРАТУРА

- А б и х Г. Геология Армянского нагорья. Западная часть.— Зап. Кавказ. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. 21, Пятигорск, 1899.
- А д а м я н А. А. Туфы и туфолавы южных склонов массива г. Арагац.— Изв. АН Арм. ССР, 1951, т. 4, № 3.
- А с л а н я н А. Т. О происхождении массива г. Арагац.— Докл. АН Арм. ССР, 1950, т. 12, № 4.
- А с л а н я н А. Т. О центрах извержений новейших туфов Армянского нагорья.— Сб. Научн. трудов Ерев. политехн. ин-та, № 13, 1956.
- В л о д а в е ц В. И. О некоторых семячковых туфолавках и их происхождении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1953, № 3.
- Г о р ш к о в Г. С. Извержение сопки Безымянной (предварительное сообщение).— Бюлл. Вулканол. станции, 1957, № 26.
- Г о р ш к о в Г. С. К вопросу о классификации некоторых типов взрывных извержений. Сб. «Вопросы вулканизма» (в печати).
- Д у м и т р а ш к о Н. В. Древнее оледенение и современные физико-географические процессы на Арагаце (Алагезе). Сб. «Материалы по геоморф. и палеогеогр. СССР», 4, Труды Ин-та геогр., вып. 47, 1950.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О четвертичных вулканических туфах Армении.— Докл. АН СССР, 1946, т. 53, № 8.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О некоторых данных вулканологии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолав Армении.— Изв. АН Арм. ССР, естеств. науки, 1946, № 10.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Игнимбриты Армении.— Изв. АН, серия геол., 1947, № 3.
- Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы.— Сб. «Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья». Труды СОПС, серия закавказская, вып. 3, 1931.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье.— Природа, 1928, № 5.
- Л и ч к о в Б. Л. К характеристике геоморфологии и стратиграфии Алагеза.— Сб. «Алагез, потухший вулкан Армянского нагорья». Труды СОПС, серия закавказская, вып. 3, 1931.
- М к р т ч а н К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа (Арм. ССР).— Изв. АН СССР, серия геол., 1954, № 5.

- П а ф ф е н г о л ь ц К. Н. К вопросу о возрасте и генезисе туфолов Армении.— Зап. Всерос. минер. об-ва, ч. 67, № 3, 1938.
- Рейнгард А. Л. Морфогенез массива Алагеза в свете новых геологических данных.— Изв. Гос. геогр. об-ва, т. 71, вып. 3, 1939.
- Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфо-туфоловой толщи области г. Арагац.— Сб. «Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР». Ереван, 1956.
- Ширинян К. Г. Новые данные о центрах извержений четвертичных туфов и туфолов Армении. Докл. АН Арм. ССР, 1957, т. 24, № 2.
- A b i s c h H. Geologie des Armenischen Hochlandes. Wien. Geologische Forschungen in den Kaukasischen Landern. 1882.
- A n d e r s o n T. a. F l e t t J. S. Report on the eruption of the Soufriere in St. Vincent, in 1902, and on a visit to Montagne Pelee in Martinique. «Pt. I.— Philos. Trans. Roy. Soc/ London., A, v. 200, 1903.
- D e l l ' E r b a L. Considerazioni sulla genesi del piperno. Atti R. Acad. Sci. fis. e mat. Napoli, ser. 2, N 3, 1892.
- F e n n e r C. N. The Katmai region, Alaska, and the great eruption of 1912.— J. Geol., v. 28, N 7, 1920.
- F e n n e r C. N. The origin and mode of emplacement of the great tuff deposit of the Valley of Ten Thousand Smokes. Techn. Pap.— Nat. Geogr. Soc. Amer. Katmai Ser., N 1, 1923.
- G o r s h k o v G. S. [Горшков Г. С.] Gigantic eruption of the Volcano Bezymianny. Bull. Volcanol., ser. 2, v. XX, 1959.
- I s h i k a w a T., M i n a t o M., K u n o H., M a t s u m o t o T. a. Y a g i K. Welded tuffs and deposits of pumice flow and nuee ardente in Japan. Congr. geol. internat., XX session, Seccion I, Mexico 1957.
- L a s c r o i x A. La Montagne Pelee et ses eruptions. Paris, 1904.
- Marshall P. Add rocks of the Taupo-Rotorua volcanic district.— Trans. Roy. Soc. N. Z., v. 64, pt. 3, 1935.
- Martin R. C. Some field and petrographic features of American and New Zealand ignimbrites.— N. Z. J. Geol. a. Geophys. v. 2, N 2, 1959.
- Reynolds D. L. Fluidization as a geological process. Amer. J. Sci. v. 252, N 10, 1954.
- Z a m b o n i n i F. Il tufo pipernoide della Campania e i suoi minerali.— Mem. par. serv. alla descrizioni della Carta geologica d'Italia, v. 7, pt. 2, 1919.