

ПЕТРОГРАФИЯ

Д. С. БЕЛЯНИН, член-корреспондент Академии Наук СССР

**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ БРЕКЧИЕВИДНЫХ И ПОЛОСАТЫХ ЛАВ
ВУЛКАНА ЭЛЬБРУСА**

Брекчиевидное и полосатое строение свойственно, как известно, в той или иной мере лавам весьма многих вулканов, так что лавы Эльбруса не представляют исключения в этом отношении. Указание на известную неоднородность в строении этих лав находим мы уже у Купфера (?) в его отчете об Академической экспедиции в район Эльбруса в 1829 г. Описывая «трахитовую» породу из образцов, отбитых им лично от скалы в фирновой области вулкана, он сообщает, что порода эта имеет вообще вид порфир-обсидиана (терминология того времени), но что она одновременно разбита по всем направлениям трещинами и что по этим трещинам она приобрела красный цвет, вероятно в результате окисления содержащейся в ней закиси железа.

Первое обстоятельное петрографическое описание пятнисто-полосатого строения эльбруских лав дано было в 1900 г. Данненбергом⁽⁶⁾, причем соответственный материал собран был автором лично на северных склонах Эльбруса, в верховьях долины р. Малки, в 1897 г. Наряду с более обычными черными и светлосерыми разновидностями лав шлирово-полосатые их разности представляли собой здесь те же гиперстеновые (гиперстен-амфиболовые) дациты, но только с попеременным распределением в них черных и красных участков, причем в красных было меньше вкрапленников плагиоклаза, но зато наблюдались мелкие чешуйки биотита светлобронзового или почти золотистого цвета. Взаимоотношения тех и других участков Данненберг изображает следующим образом:

«В одних случаях черные участки имеют неправильно угловатые формы с резко выраженными линиями ограничения, но без заметного удлинения по какому-либо определенному направлению, и носят характер совершенно посторонних кусков, захваченных не успевшею видоизменить их красноватую лавою. В других случаях намечается известного рода вытянутость черных участков, но границы между ними и красными остаются попрежнему резко выраженными. Наконец попадаются штуфы, в которых наблюдается еще более тесное сплетение черных и красных участков, располагающихся параллельными прослойками; толщина этих прослоек варьирует от одного сантиметра до одного или нескольких миллиметров, причем обыкновенно черный участок, выклиниваясь, имеет своим продолжением в красном тончайшие темнорубые полоски. В виду того, что между указанными тремя способами распределения участков существует целый ряд переходов, вряд ли возможно сомневаться, что имеющие здесь место шлировая и полосато-слоистая структуры произошли не в результате дифференци-

ции, но как последствие захвата красною лавою обломков более старой черной лавы; в дальнейшем такие куски приобретали известную пластичность и, увлекаемые общим движением лавового потока, в большей или меньшей степени вытягивались в длину, приводя в конечной стадии процесса к образованию агломератной эвтакситовой лавы» (Данненберг, стр. 224—225, перевод Дубянского).

Микроскопия черных и красных участков лавы по Данненбергу приблизительно одинаковая: основная масса—от витрофировой до гиалопилитовой, и вкрапленники плагиоклаза (андезин), гиперстена, роговой обманки, биотита и авгита (порядок перечисления отвечает относительному количеству минералов в породе). Специфику красной лавы составляют: 1) раздробленность порфирированных ее вкрапленников, в особенности полевых шпатов, как вероятный результат того сопротивления, которое встречала эта лава при своем движении со стороны обломков черной лавы, и 2) сильное разложение вкрапленного гиперстена с выделением бурых и красных окислов железа, начиная от краев его кристаллов.

Не ограничиваясь одной только микроскопией, Данненберг подверг также и химическому анализу по отдельности черные и красные участки лавы. Результаты представлены в графах 1 и 2 таблицы.

	1	2	3	4
SiO ₂	67.80	65.75	67.35	67.06
TiO ₂	н. о.	н. о.	0.76	0.74
Al ₂ O ₃	16.92	18.38	15.17	15.41
Fe ₂ O ₃	1.05	2.00	1.74	3.51
FeO	1.94	1.30	2.17	0.57
MnO	0.35	0.20	0.07	0.06
MgO	1.31	1.52	1.80	1.85
CaO	3.25	3.70	3.54	3.60
Na ₂ O	4.36	4.04	3.94	4.02
K ₂ O	3.35	4.11	3.34	3.05
P ₂ O ₅	н. о.	н. о.	0.32	0.32
H ₂ O—110°	} 0.33	1.20	—	0.08
H ₂ O + 110°			0.11	0.07
	100.66	102.20	100.31	100.34

Как видим, сходство и здесь весьма значительное. Главная разница заключается в преобладании в красной разности окиси железа над закисью и большим содержанием в ней летучих компонентов.

Такие же, как у Данненберга, шпирово-брекчиевидные породы описаны были несколько позднее Шафарчиком из сборов Дечи (8):

1) брекчиевидная красная лава с включенными обломками черной породы—из щебня Азауского глетчера и 2) полосатая лава из перемежающихся красных и черных слоев—из щебня ледников Терскола.

А. П. Герасимов в своем «Северо-восточном подножии Эльбруса» (3) продолжил предпринятую Данненбергом характеристику пятнисто-полосатых малкинских лав. Картина получилась в общем приблизительно такая же, хотя материалы, использованные тем и другим исследователем, были и не тождественны: гиперстеновый дацит из самого древнего нижнего потока эльбрусских извержений—у Герасимова, и гиперстено-амфиболовый дацит предположительно из более молодого лавового потока левого берега Малки—у Данненберга.

В порфирированных вкрапленниках пестрых лав у Герасимова преобладают плагиоклаз и гиперстен, а биотит, амфибол и моноклинный пироксен играют среди них вполне второстепенную роль. Плагиоклаз вкрапленников—лабрадор-андезин среднего состава $Ab_1 An_1$, отчасти слабо зональный; гиперстен с $2V$ от -56° до -75° , свидетельствующим об изменчивом

содержании в нем FeO; лейстовый плагиоклаз гиалопилитовой основной массы—из ряда олигоклаза. Раздробленность вкрапленников и накопление свободных окислов железа (бурой гидроокиси по Герасимову) в красных участках лавы, как и у Данненберга. В противоположность последнему автору А. П. Герасимов полагает, что «пестро-пятнистые лавы представляют собой не брекчию, а продукт своеобразной дифференциации магмы» в процессе застывания и кристаллизации этой последней.

Некоторые дополнительные данные о коренных местонахождениях ленточно-полосатых лав Шафарчика («Приют одиннадцати», «Терскольский пик»), сопровождаемые фотографиями и микрофотографиями лав, содержатся у В. В. Дубянского в его монографическом исследовании «К петрографии Эльбруса» (4).

Летом текущего года, участвуя в небольшой экскурсии к подножию Эльбруса со стороны р. Баксана, мы имели возможность наблюдать лично в валунном материале Баксанской долины близ с. Тегенекли прекрасные образцы брекчиевидных и полосатых лав этого вулкана. По всей видимости они Терскольско-Азауского происхождения. Заинтересовавшись общим их видом, вполне отвечающим описанному выше у Данненберга, мы предприняли небольшое специальное их исследование. Полученные при этом результаты нижеследующим образом дополняют данные Герасимова и Данненберга.

Как уже следует из вышеприведенного текста Данненберга и как это специально (хотя и в несколько иной интерпретации) подчеркивается Герасимовым, между брекчиевидными и полосатыми лавами Эльбруса не существует ни структурных, ни генетических противоположностей. Поскольку однако взаимоотношения между красными и черными участками этих лав яснее вырисовываются в брекчиевидных их разностях, постольку на этих последних мы сосредоточиваем здесь преимущественно свое внимание.

Черные их участки под микроскопом в шлифе представляются более или менее нормальными криптодацитами⁽¹⁾ со светлобурой гиалопилитовой основной массой и с порфиroidными вкраплениями плагиоклаза, гиперстена, амфибола, биотита и пр. Все это вполне совпадает с описаниями Герасимова и Данненберга. Бросается лишь в глаза в наших препаратах полное отсутствие в них кварца, указываемого названными авторами, и наличие вместо него кристобалита, образующего наряду со стеклом ситовидные включения в более крупных вкрапленниках плагиоклаза.

Красные участки, облекающие обломки черного криптодацита, являются по общему своему микроскопическому характеру теми же криптодацитами, но со следующими особенностями, лишь отчасти отмеченными Герасимовым и Данненбергом.

1. Строение обломочное, за счет раздробления и частичного переноса получившихся таким путем осколков не только вкрапленников плагиоклаза и гиперстена, но также и основной массы породы.

2. Исчезновение, вследствие кристаллизации, стекла в осколках бывшей гиалопилитовой основной массы и связанное с этим процессом общее осветление породы.

3. Продукты кристаллизации, сейчас упомянутой, весьма тонкие, не действующие на поляризованный свет; в простом свете получается местами от них впечатление взаимного прорастания кали-натрового полевого шпата и кристобалита. К сожалению все это настолько дисперсно, что не поддается иммерсионной проверке, и только кристобалит, развивающийся отчасти в сплошные скопления и в более крупные индивиды, мог быть нами идентифицирован вполне точно по его светопреломлению $N=1.486$.

Весьма любопытной оказалась при этом встреченная нами однажды псевдоморфоза кристобалита по характерному копьевидному двойнику тридимита—явление, которое стоит особо отметить, как довольно неожиданное с точки зрения диаграммы состояния SiO_2 , разработанной Феннером⁽⁶⁾. В самом деле, вряд ли приходится сомневаться, что кристаллизация в наших лавах имела место при температурах, гораздо более низких, чем 1470° : температура инверсии α -тридимит \rightleftharpoons α -кристобалит, по Феннеру. Но при всех этих температурах, по той же диаграмме, относительная устойчивость кристобалита ниже, чем у тридимита, и превращение последнего минерала в первый представляется здесь таким образом невозможным. Невозможность эта однако же преодолена в нашем случае. Похоже следовательно, что диаграмма Феннера, не подвергавшаяся критическому пересмотру в средних своих частях с 1913 г., должна быть еще раз обрешена на этих участках опытным путем.

4. Развитие наряду с бесцветными кристалликами в ткани породы, за счет первоначальной магнетитовой пыли, листочков гематита; покраснение (гематитизация) гиперстена в результате его окисления, как уже указывалось авторами, цитированными выше.



Красные участки бреккевидной лавы образуют по предыдущему ту более подвижную среду, в которой плавают черные островные ее участки. Хотя границы между теми и другими в общем весьма резкие, однако края черных островков в то же время как правило подверглись контактному изменению. Выражается оно в покраснении их макроскопически и в осветлении их в шлифах под микроскопом (см. фигуру). Мощность контактных зон не постоянна; в пределе она достигает до

$\frac{1}{2}$ мм, так что более мелкие островки изменены почти нацело. В более крупных островках от красной контактной зоны продолжают внутри породы того же характера осветленные ответвления и возникают иногда в породе и замкнутые осветленные участки, придающие ей пятнистый вид. Уподобившись красным участкам по цвету, контактные части черной лавы испытали в той или иной мере также и соответственные минералогические преобразования (исчезновение стекла, кристобалит). Механические изменения (дробление и подвижки), напротив, в них совершенно отсутствуют: целы порфиroidные вкрапленники и не нарушены в основной массе флюидальные потоки полевошпатовых микролитов.

В полосатых лавах взаимные отношения между черными и красными участками (полосами) в общем такие же, как и в только что описанных массивно-бреккевидных, но здесь сильнее выражен механический характер контактов, как получился он в результате более энергичного в данном случае движения красных участков, срезавших вторичным путем первичные контактные каемки черных лавовых масс.

Выше мы цитировали химические анализы черной и красной лавы, принадлежащие Данненбергу. Анализы эти не вполне нас удовлетворяли. Один из них заведомо дефектный (сумма 102.20); непонятно далее, почему

при крайнем сходстве в большинстве цифр обоих анализов и близости в них сумм SiO_2 и Al_2O_3 в одном случае имеем: $\text{SiO}_2=67.80$ и $\text{Al}_2\text{O}_3=16.92$, $\Sigma=84.72$, а в другом: $\text{SiO}_2=65.75$ и $\text{Al}_2\text{O}_3=18.38$, $\Sigma=84.13$. Не вытекает наконец из нашей микроскопии и столь значительная разница в потере при прокаливании, как 0.33 и 1.20.

В виду всего этого К. П. Соковой в Химической лаборатории Института геологических наук Академии Наук выполнена была по нашей просьбе новая химическая работа: произведены и сделаны химические анализы черной и красной частей нашей брекчиевидной лавы. Результаты см. в графах 3 и 4 таблицы. Как видим, с одной стороны, здесь полностью исчезли неувязки Данненберга, а с другой, — оказалось полное химическое тождество обеих пород за исключением одной только степени окисления железа, относительно слабого в черной лаве (магнетит, гиперстен) и почти предельного в красной (гематит). Особенно наглядно вырисовывается последнее названное обстоятельство при перечислении суммы Fe_2O_3 и FeO на молекулярные эквиваленты FeO в обоих анализах:

Темная часть: $1.74 : 80 = 0.0217$ $2.17 : 72 = 0.0301$	Светлая часть: $3.51 : 80 = 0.0439$ $0.57 : 72 = 0.0079$
0.0518	0.0518

Приведенные нами данные по микроскопии и химии брекчиевидных и полосатых эльбрусских лав позволяют нам согласовать то противоречие, какое мы имеем по вопросу о происхождении этих лав у Герасимова и Данненберга. В самом деле, по Данненбергу они возникли «не в результате дифференциации, но как последствие захвата красной лавою более старой черной лавы», а по Герасимову это отнюдь не брекчия и не совокупность двух лав, а именно «продукт своеобразной дифференциации» в порядке отвердевания кристаллизации одной, единой, лавы. Фактический, собранный нами материал отвечает, с одной стороны, подлинной брекчии (Данненберг), а с другой, — брекчии действительно за счет одной лавы (Герасимов). Образовались брекчиевидные лавы по всей видимости в результате дробления при движении уже почти отвердевшего, но все еще горячего лавового потока, при энергичном участии газовых (воздушных) струй, захватываемых им и производивших частичное его окисление. В процессе окисления соответственных участков потока поднималась температура лав, понижалась их вязкость и создавалась возможность добавочного движения, добавочного микродробления и охвата негазированных еще масс возникавшей микробрекчией в макробрекчиевидную лаву.

Весьма характерна кристаллизация силикатного лавового стекла, сопровождавшая этот процесс, с освобождением из него кремнекислоты в формах минерала кристобалита (тридимита). Кристобалит, широко распространенный, как теперь мы уже знаем, в лавах Кавказа и Закавказья вообще⁽²⁾, отнюдь не чужд таким образом и лавам Эльбруса, хотя он и не назывался здесь предыдущими исследователями.

Поступило
1 X 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. С. Белянкин, Изв. Акад. Наук, 95—102 (1923). ² Д. С. Белянкин и В. П. Петров, Изв. Акад. Наук, Геол. сер., № 2, 303—319 (1936). ³ А. П. Герасимов, Изв. Геол. ком-та, 30, 77—151 (1911). ⁴ В. В. Дубянский, К петрографии Эльбруса, I—XVI, 1—489 (1914). ⁵ A. Dannenberg, Tsch. Min.-Petr. Mit., 19, 218—242 (1900). ⁶ C. N. Fenner, Amer. Journ. of Sci., 186, 331—384 (1913). ⁷ M. Kupffer, Rec. des actes de la Séance publique de l'Acad. Sci. 29 VI: 1829 (1830). ⁸ F. Schafarzik, Petr. Ergebn. B Déchy M. Kaukasus, 226—232, 237—245 (1907).