

Э. Н. ЭРЛИХ

**НОВЕЙШИЙ ВУЛКАНИЗМ БАССЕЙНА РЕКИ ТИХОЙ  
И ВУЛКАН АНАУН НА КАМЧАТКЕ**

Междуречье Быстрой (Хайрюзовки) и Тихой в Срединном Камчатском хребте представляет собой вулканический дол, занимающий площадь более 1800 км<sup>2</sup> и имеющий форму пологого щита, диаметр которого превышает 60 км. От вершины лавы растекаются по периклинали с высоты 1300 м и опускаются на западе до 108—112 м в долину р. Тополовой, а на востоке до 380 м в долину р. Тихой (рис. 1). В центральной и восточной его части послеледниковые лавы перекрывают выровненную поверхность, сформировавшуюся на третичных эффузивно-осадочных образованиях в плиоценовое время. В западной части дола из-под лав выступают развалины крупного вулкана межледникового возраста, названного нами Ленинградцем. В центральной и восточной его частях мощность послеледниковых лав колеблется от 1100—1200 м у гор Большая и Мама, до 200 м на периферии в долинах рек Хухч, Чананка и Чаба; в западной части дола мощность лав не превышает 100—200 м.

Рельеф дола осложнен наличием многочисленных вулканических конусов, общее число которых превышает две с половиной сотни. Они вытянуты цепочками вдоль своеобразных увалов, сложенных оливиновыми базальтами, растекающимися по обе стороны от гребня (рис. 2). Такого рода увалы маркируют глубинные разломы, с которыми были связаны извержения. Они радиально рассекают дол, причем преобладают два направления — меридиональное и северо-восточное (60°). Одновременно намечается несколько рядов конусов концентрически охватывающих дол. Это заставляет предполагать, что в своей глубинной части последний имеет структуру «конических слоев», описанных для корней эродированных шотландских вулканов.

Слагающие дол оливиновые базальты макроскопически представляют собой совершенно однородные, плотные, серого цвета породы, в которых иногда заметны фенокристаллы оливина размером 1—2 мм. Будучи совершенно однотипным макроскопически, при изучении в шлифах они обнаруживают полную гамму переходов от океанитов с содержанием оливина 30—50% до полевошпатовых базальтов, почти не содержащих вкрапленников цветных компонентов. Наиболее обычен тип нормального оливинового базальта с содержанием оливина во вкрапленниках до 5—1% от всего объема породы. Кроме порфировых разностей встречаются и афировые разности. Структура основной массы дает серию переходных типов от интерсертальной (микродолеритовой) до пилотакситовой. Плагиоклаз в лейстах имеет состав битовнита (угол погасания двойников по альбитовому закону в сечениях J<sub>—</sub> (010) равен 47—49°). Количество моноклинного

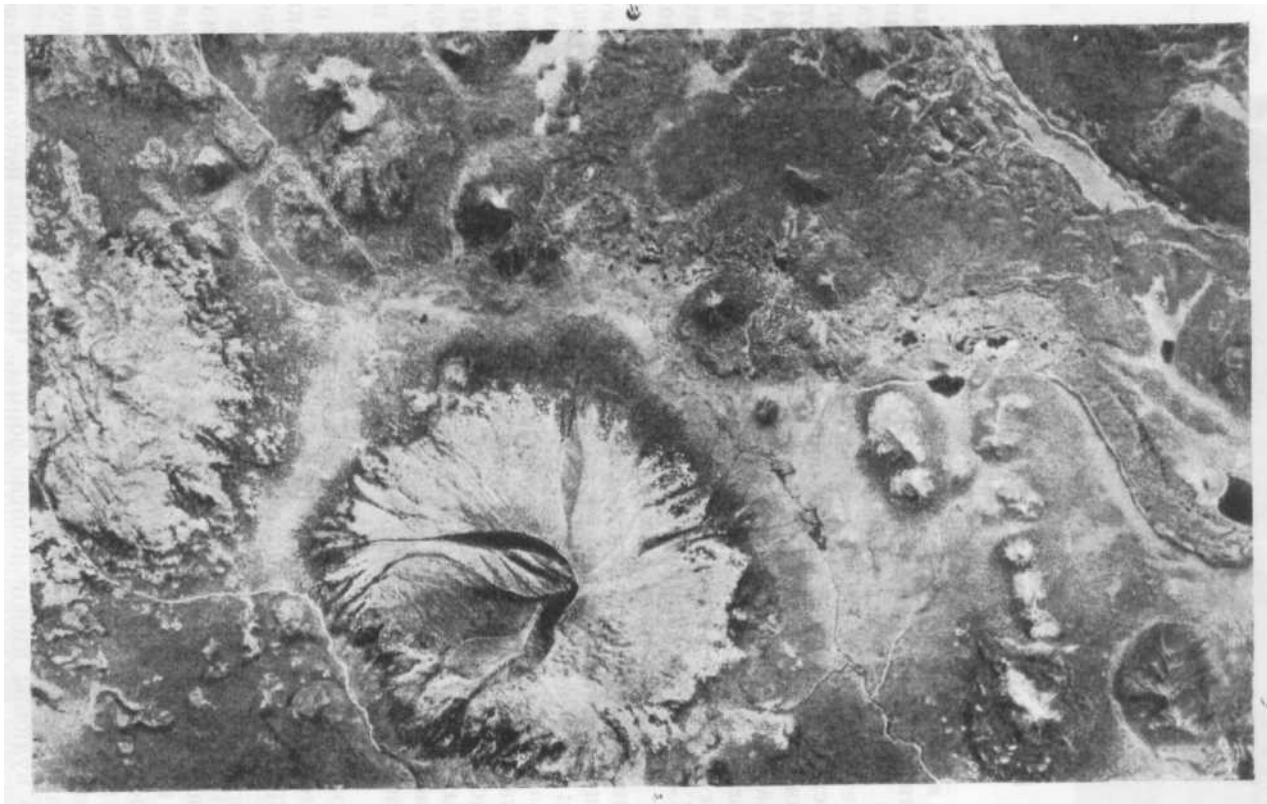


Рис. 1. Аэрофотоснимок вершины Дола геологов. Видно радиальное растекание рек, новейший характер лавовых потоков.

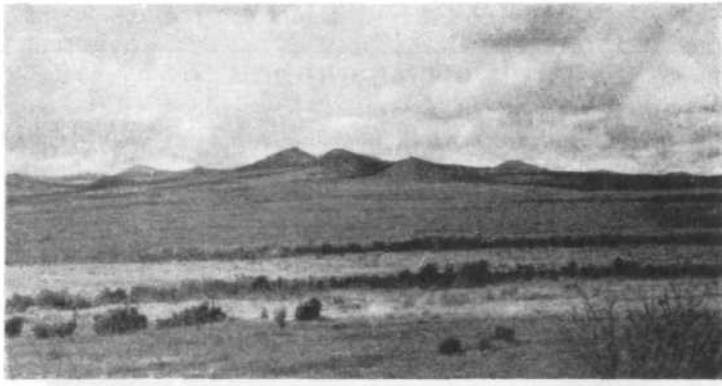


Рис. 2. Лавовый увал и гряда конусов на нем. Восточная часть дола, вид из долины р. Тихой

пироксена в основной массе колеблется от 50 до 30%. Стекло, как правило, отсутствует. Лишь в трех шлифах количество его настолько велико, что породу можно определить как гиалобазальт. Оливин в фенокристаллах образует призматические зерна, вытянутые по оси *c*. По краям иногда наблюдаются реакционные каймы моноклинного пироксена, встречаются слегка оплавленные зерна. Угол оптических осей равен  $+82 - (+84^\circ)$ , что указывает на принадлежность его к магнезиальным разностям. Максимальные размеры зерен — до 2 мм по длинной оси. Моноклинный пироксен как в виде отдельных кристаллов, так и в гломеропорфировых сростках. Слабо плеохроирует от светло-зеленого по Ng до бесцветного по Np;  $cNg = 65^\circ$ . Плаггиоклаз во вкрапленниках представлен длиннопризматическими незональными кристаллами битовнита и Лабрадора. Замер ядра крупного вкрапленника на Федоровском столике дал следующие результаты: Ng —  $44^\circ$ , Nm —  $64^\circ$ , Np —  $38^\circ$ , Pl № 90, двойник по альбитовому закону. Размеры фенокристаллов плаггиоклаза и количественное содержание его в базальтах колеблются в значительных пределах. В чистых полевошпатовых разностях базальтов они составляют 30—40% всей породы и достигают 3 мм по длинной оси. Химический состав породы в целом (табл. 1) характерен несколько повышенным, по сравнению со средним типом базальтов, содержанием щелочей и полевошпатовой извести.

Оливиновые базальты образуют развалы на поверхности лавовых потоков. Размеры глыб колеблются от 1—1,5 до 3,5 м. Как правило, такие потоки покрыты мхом и заросли кедровым стлаником и кустарниковой ольхой.

Вулканические аппараты центрального типа, с которыми были связаны адвентивные извержения, распределяются по поверхности дола неравномерно — количество их убывает от центра к периферии. У вершины дола плотность их максимальна и расстояние между отдельными центрами извержений здесь не превышает 1 км. Всего наблюдается три типа вулканических образований: лавовые вулканы, шлаковые конусы и экструзии кислого состава.

Лавовые вулканы имеют пологие формы. Часто лавы нескольких соседних вулканов сливаются, образуя общее поле. Сложены они толеитовыми базальтами и гиалобазальтами. Часто такие вулканы венчаются шлаковым конусом. Жерловая часть этих вулканов заполнена пеплово-шлаковым материалом. Изолированные шлаковые конусы имеют совершенно правильную конусовидную форму. Сложены они ноздреватыми

Состав лав в районе вулкана Анаун

Окислы	Оливиновый базальт основания Анауна	Толеитовый базальт из вершины полигенного лавового вулкана, в основании Анауна	Андезит из экструзии на вершине Анауна	Оливиновый базальт из Дола геологов	Дацил экструзии к югу от Анауна
SiO <sub>2</sub> . . . . .	48,24	51,58	55,61	47,70	64,30
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,76	0,70	0,70	1,35	0,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,01	18,66	20,23	15,78	17,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,70	5,20	2,12	6,08	3,63
FeO . . . . .	7,77	4,90	3,48	6,05	0,39
MnO . . . . .	0,15	0,06	0,06	0,06	0,10
MgO . . . . .	7,15	5,06	3,89	7,82	0,70
CaO . . . . .	10,13	8,86	7,29	10,64	2,04
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,80	3,00	4,16	2,15	7,56
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,12	0,87	1,74	1,45	3,09
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,23	0,30	0,33	0,09	Следы
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	0,23	0,11
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,07	0,12	0,30	0,48	0,60
Потери при прок.	Увелич. в весе	0,60	0,33	—	—
Сумма . . . . .	99,85	99,49	99,61	99,84	100,35

Пересчет результатов анализа на параметры по А. И. Заварицкому

<i>a</i>	8,0	8,1	12,1	6,8	20,8
<i>c</i>	8,3	8,5	12,1	7,2	6,1
<i>b</i>	27,4	22,1	13,2	30,2	1,0
<i>s</i>	56,3	61,0	66,6	55,8	72,1
<i>Q</i>	—17,7	—2,1	—7,1	—9,2	—3,5
<i>f</i>	40,0	41,0	40,0	36,7	23,1
<i>m'</i>	46,0	42,0	40,0	44,1	18,7
<i>c'</i>	14,0	17,0	9,0	19,5	58,2
<i>n</i>	80,0	82,0	80,0	68,6	78,6

шлаками базальтов, яркий, буровато-коричневый цвет которых обусловлен интенсивными процессами окисления. Высота шлаковых конусов и лавовых вулканов в среднем составляет 20—40 м, однако, наиболее крупные из них достигают 100—120 м.

В верховьях реки Хухч наблюдались три экструзивных купола, сложенных светло-коричневыми, андезитовидными дацитами (рис. 3). Макроскопически видны фенокристаллы плагиоклаза размером до 0,5 см и чешуйки биотита. Вкрапленники плагиоклаза имеют таблитчатую форму. Состав плагиоклаза — андезин № 42—44. Биотит плеохроирует в резко бурых тонах от черного до светло-желтого. Структура основной массы гиалопилитовая. Стекло имеет показатель преломления меньше канадского бальзама. В него погружены многочисленные микролиты плагиоклаза; встречаются чешуйки тридимита.

На значительных участках поверхность дола покрыта пирокластическими отложениями, мощность которых превышает 1 м. Представлены они

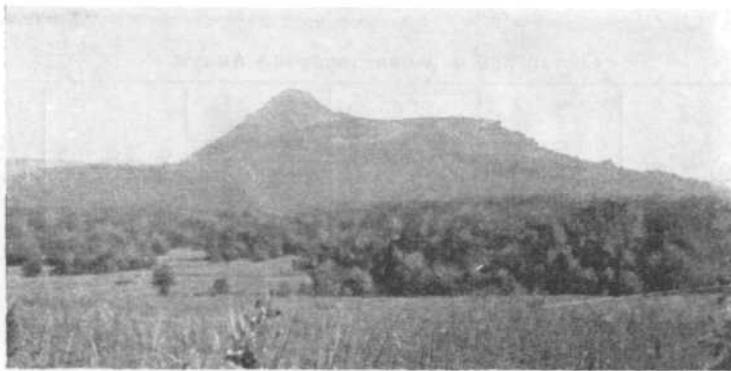


Рис. 3. Экструзивный купол дацитов, рвущий лавовый вулкан.  
Южная часть дола, вид из долины р. Чабы

скоплениями бомб, лапилли и кусков шлака. Состав пирокластического материала полностью аналогичен составу слагающих дол базальтов. Бомбы имеют разнообразную форму от неправильных и караваеобразных до витых.

Район правобережья р. Тихой в междуречье Быстрой и Тигиля резко отличается по своему тектоническому положению и формам излияний. Он представляет собой крупное понижение в плиоцен-древнечетвертпчном плато. С юга на север плато полого понижается до абсолютных отметок 600 м и в районе рек Мигивзём и Балыгинган обрывается серией мелких сбросов, простирание которых близко к широтному. Эта линия и служит южной границей района распространения послеледниковых эффузивов. На севере, в бассейне реки Тигиль, и вдоль северо-восточной границы исследованного нами района послеледниковые эффузивы перекрывают плато на обычных для последнего отметках порядка 100 м. Разнородность тектонической обстановки в разных частях фундамента обусловила различие в строении аппаратов извержения. В южной части имеется несколько рядов лавовых полигенных вулканов, слившихся основаниями и образующими гряды северо-восточного простирания ( $60^\circ$ ). Сложены они оливиновыми и в меньшей степени толеитовыми базальтами того же состава, что и ранее описанные для дола. Местами на них имеются шлаковые конусы. На одной из таких гряд к югу от Анауна отмечена экструзия биотитовых андезито-дацитов. Лава по структуре и слагающим минералам близка к ранее описанным андезито-дацитам; отличие в отсутствии в основной массе тридимита (химический анализ приведен в табл. 1). Расстояние между грядами вулканов колеблется от 3 до 5 км.

К северу от водораздельной линии Срединного хребта подобные гряды сменяются отдельными крупными вулканами центрального типа с диаметром основания 7—10 км (горы Будули, Янпат, высоты с абсолютными отметками 1184 м, 1377 м и др.). Однако среди них сохраняется общая ориентировка на северо-восток ( $60^\circ$ ). Сложены они оливиновыми базальтами.

Вулкан Анаун располагается в одной из гряд северо-восточного простирания среди более мелких вулканов. Соседние параллельно расположенные гряды слившихся в основании лавовых вулканов были в свое время ошибочно описаны К. И. Богдановичем (Bogdanowitsch, 1904) как сомма. Конус вулкана Анаун располагается в центре кальдеры опускания, имеющей диаметр более 12 км. Кальдера открыта в направлении на юго-запад, что обусловлено, по-видимому, наличием сквозных долин

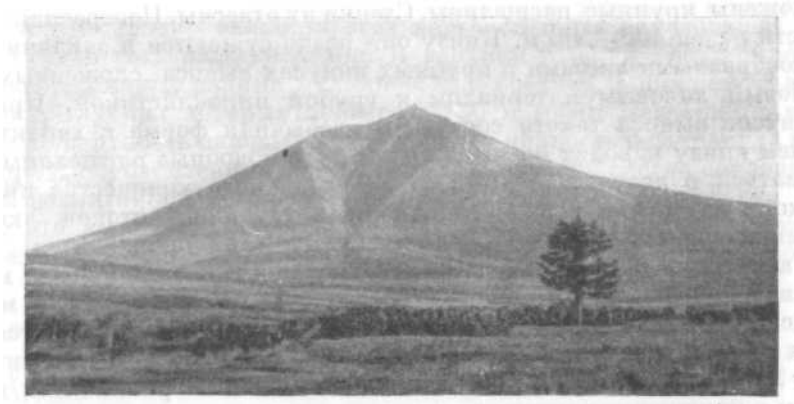


Рис. 4. Вулкан Анаун. Вид с севера. Хорошо заметны шарра и конус выноса в ее основании

рек, стекающих в этом же направлении. Дно кальдеры залито лавами Анауна и засыпано довольно мощным (до трех метров) чехлом пирокластики (рис. 4).

Сам вулкан имеет отчетливо видное трехчленное строение. В основании его находится лавовый вулкан, имеющий форму пологого купола высотой 1200 м и диаметром основания более 10 км. В нижней его части выходят оливиновые базальты, которые перекрываются потоками плотного, серого цвета андезито-базальта. Последние и слагают почти весь купол (мощность их — около 1100 м). Ранее эти породы были описаны К. И. Богдановичем (1904) как «андезиты типа Анауна». Структура пород порфировая с гиалопилитовой, переходящей к интерсертальной структуре основной массы. Вкрапленники плагиоклаза составляют до 5% породы, зональные кристаллы редки, зональность в них подчеркивается мелкими включениями бурого стекла.

Судя по одному замеру плагиоклаз имеет основной состав (№ 87), sdвойникован по альбитовому закону ( $N_g - 43^\circ$ ,  $N_m - 62^\circ$ ,  $N_p - 60^\circ$ ). Вкрапленники оливина и моноклинного пироксена редки. Основная масса представлена бурым стеклом, в которое погружены многочисленные кристаллы плагиоклаза, размером до 0,01—0,05 см. Химический состав породы представлен в таблице и является промежуточным между андезито-базальтом и базальтом.

На верхней, столообразной поверхности купола, лежащего в основании вулкана, аккумулятивно насажен обычный шлаковый конус, склоны которого усеяны шлаками, бомбами и лапилами андезитового и базальтового состава. Верхняя часть представляет собой экструзивный купол, сложенный мелкоплитчатыми гиперстен-авгитовыми андезитами с хорошо заметным субпараллельным расположением короткопризматических кристаллов плагиоклаза. Плагиоклаз (№ 66—67) sdвойникован по альбитовому закону. Основная масса имеет микродиоритовую структуру, образованную изометрическими зернами плагиоклаза и несколько более вытянутыми зернами моноклинного пироксена. Химический состав породы представлен в табл. 1.

Направление трещин отдельности андезитов отчетливо повторяет внешний контур купола, изменяясь от горизонтального у вершины до вертикального на некотором расстоянии от нее. Суммарная высота шлакового конуса и экструзии — 628 м. Сооружение пересекает сброс северо-восточного простирания, образовавшийся в результате проседания северо-западной части вулкана. На северном и западном склонах вулкана

расположены крупные расщелины. Стенки их отвесны. Поперечник в верхней части равен 400—500 м. Книзу они резко сужаются и заканчиваются каньонообразными врезами в крупных конусах выноса, сложенных крупноглыбовым лавовым материалом и грубой пирокластикой. Присутствие конусов выноса такого состава и необычная форма с характерным сужением книзу наводят на мысль о том, что подобные расщелины могли образоваться в результате выброса значительного количества пирокластического материала в виде раскаленных туч или потоков, которые с огромной силой воздействовали на поверхность склонов.

На южном и восточном склонах отмечено несколько более мелких расщелин, максимальный поперечник которых не превышает 50 м.

Повсюду в описываемом районе на поверхности лав встречаются поля рыхлых пирокластических отложений. Мощностъ таких отложений достигает 2—3 м. Особенно значительные скопления пирокластики мы наблюдаем в понижениях между грядами вулканов, где они нивелируют западинный рельеф на поверхности лавовых потоков. Пеплы в приповерхностной части наслоений разложены и образуют пески и супеси. Часто встречаются куски шлака, бомбы, лапилли. Из-за явлений вечной мерзлоты в рыхлых пирокластических отложениях образуются бугры вспучивания или гидролакколиты.

Скопления пирокластики, затронутые вечной мерзлотой, были в свое время ошибочно описаны Ю. В. Жегаловым как морена, а западинный рельеф на лавовых потоках был отнесен к озерно-ледниковому типу.

Картина извержений новейшего времени рисуется в следующем виде.

1. Мощные излияния оливиновых базальтов, образовавшие дол. Они имели характер площадных и трещинных излияний.

2. Мощные эксплозии, образовавшие шлаковые конусы и отложения пирокластического материала. Одновременно в отдельных участках продолжались незначительные излияния лав.

3. Экструзия андезитовых дацитов и биотитовых андезитов.

Современные гидротермы, проявления которых мы находим в виде Анавгайских горячих ключей, говорят о продолжающейся вулканической жизни района.

Следует напомнить, что Л. Н. Заварицкий (1955) считал, что расстояние между рядами вулканов является функцией глубины залегания магматического очага, непосредственно питающего вулканы. Если учесть, что среднее расстояние для описываемых районов равно 3—5 км, то так же был и порядок глубин залегания питающего очага.

Интересно отметить, что описываемый дол по масштабам и характеру излияний в какой-то степени сопоставляется с Ключевским долом (по Б. И. Пийпу, 1956). Диаметр основания последнего 80—85 км. Детали его строения во многом совпадают со строением описанного нами дола. В. И. Влодавец пришел к выводу о сочетании радиального и концентрического расположения вулканов Ключевской группы — то же характерно и для описываемого нами дола. Б. И. Пийп пришел к выводу о том, что питание Ключевской группы вулканов происходит из вторичных очагов, залегающих на глубине 5—7 км. Мощностъ мегаплагиофировых лав, слагающих Ключевской дол, близка к мощностъ лав описываемого дола.

При определении возрастного положения описываемых эффузивов необходимо учитывать следующие факты.

1. Лавы вулканов заливают трогы 2-го этапа оледенения по реке Анманна и перекрывают флювиогляциальные отложения в долине реки Тихой, что указывает на их послеледниковый возраст.

2. Степень эродированности всех перечисленных образований крайне мала. Речная сеть развита слабо. В верхнем течении реки протекают к понижениям между рядами вулканов, а в среднем и нижнем — в узких каньонах, глубина которых достигает 100 м (реки Дегданна, Анманна, Тихая). Поверхность лавовых потоков почти полностью сохранила первичную форму, обусловленную движением лавы и лишь слегка сnivelированную рыхлыми пирокластическими отложениями.

Все это указывает на новейший, современный возраст эффузивов.

В заключение, предлагается описанный дол назвать «Долом геологов».

#### ЛИТЕРАТУРА

- Заварицкий А. Н. Вулканы Камчатки. «Труды Лабор. вулканол.», вып. 10, 1955.
- Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом. «Тр. Лабор. вулканол.», вып. 11, 1956.
- Vogdanowitsch K. *Geologische Skizze von Kamtschatka*. «Peterm. Geograph. Mitt.», 1904.