

В. С. ШЕЙМОВИЧ, Н. Н. КОЖЕМЯКА,  
А. А. ВАЖЕЕВСКАЯ, Н. Е. ЛИТАСОВ

## ВУЛКАН БОЛЬШАЯ ИПЕЛЬКА В ЮЖНО-КАМЧАТСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Вулканическая зона Южной Камчатки характеризуется широким развитием щитообразных существенно лавовых построек, формировавшихся в позднеплиоцен-раннеплейстоценовое, раннеплейстоценовое и среднеплейстоценовое время. Площадь щитообразных вулканов Южной Камчатки составляет примерно 4000 км<sup>2</sup>, а суммарный объем их изверженного материала (с учетом сильно разрушенных центров) оценивается в 900–1000 км<sup>3</sup>. Они расположены как в западной, так и в восточной части вулканической зоны и по массе изверженного материала занимают ведущее место в четвертичном цикле вулканизма. В отличие от Срединно-Камчатской вулканической зоны размеры отдельных щитообразных построек Южной зоны обычно невелики. Диаметр их колеблется от 6 до 12 км, относительная высота 600–700 м, а объем изверженного материала от 10–15 до 30–40 км<sup>3</sup>.

Среди всех щитообразных построек Южной Камчатки Большая Ипелька занимает особое положение, выделяясь как по размеру, так и по массе изверженного материала. Диаметр этого крупнейшего вулканического массива 35–40 км. При средней высоте постройки 900–1000 м ее площадь составляет 1150–1200 км<sup>2</sup>, а объем изверженного материала оценивается в 350–400 км<sup>3</sup>. Огромные размеры вулкана, его повышенная щелочность и своеобразное положение в структуре вулканического пояса делают объект особенно интересным для изучения.

Фундаментом вулкана служит осадочная толща гидогенных песчаников и гравелитов, которая обнажается примерно в 5 км выше устья р. Левый Апачан. Лавы вулкана перекрывают эту толщу с угловым несогласием. На этом участке общая видимая мощность осадочных пород не превышает 30–40 м. Разрез представлен ритмично слоистой пачкой желтовато-серых вулканомиктовых песчаников и гравелитов. Толща рыхлая, слабо сцепментированная, залегает в основном горизонтально или же полого падает в западном направлении с углом наклона 10°. По литологическим особенностям толщи, свежему облику и сходству с сопредельными территориями возраст ее определен как плиоценовый.

Вулкан Большая Ипелька является наиболее типичной щитообразной постройкой Южной Камчатки и фиксирует крупную вспышку базальтового вулканизма в начале четвертичного цикла, характерную для всех вулканических зон Камчатки. Существенно эфузивный характер вулканической деятельности, типичной для начальных этапов четвертичного цикла излияний, взаимоотношения вулкана с более молодыми постройками и ледниками комплексами верхнеплейстоценового оледенения, относительно лучшая сохранность постройки в сравнении с заведомо плиоценовыми центрами вулканизма и ряд других признаков позволяют определить возраст Большой Ипельки как нижнеплейстоценовый.

В верхнеплейстоценовое время вулканический массив Большая Ипелька был центром интенсивного оледенения. Многочисленные крупные ледники первой стадии верхнеплейстоценового оледенения ( $Q_3^2$ ) спускались с его вершины,

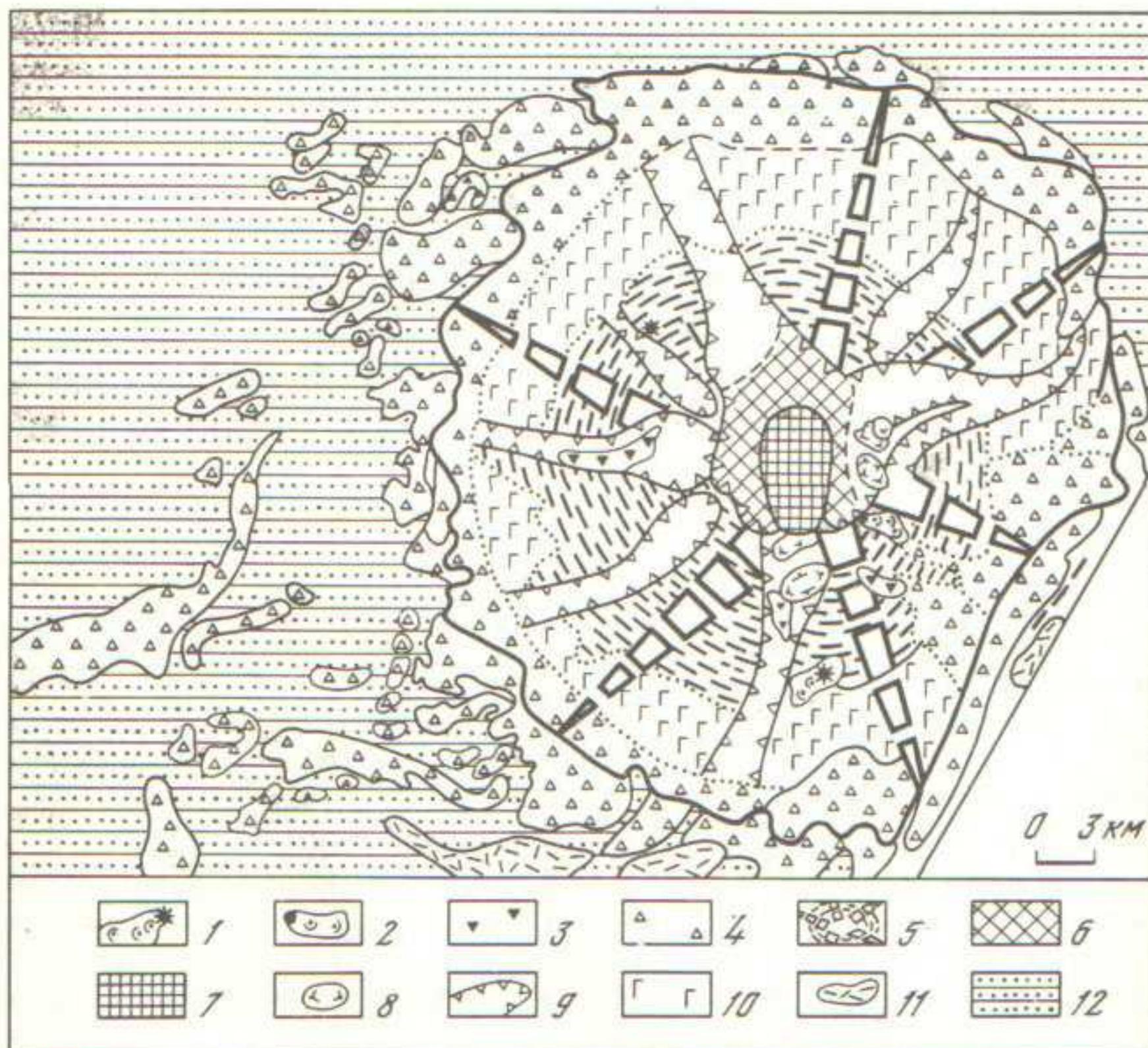


Рис. 1. Геолого-геоморфологическая схема вулкана Большая Ипелька

1 - шлаковые конусы ареального типа  $Q_4$ ; 2 - лавовые конусы  $Q_4$ ; 3 - ледниковые комплексы второй стадии верхнеплейстоценового оледенения  $Q_3^4$ ; 4 - ледниковые комплексы первой стадии верхнеплейстоценового оледенения  $Q_3^2$ ; 5 - щитообразный, существенно лавовый, вулкан Большая Ипелька  $Q_1$ ; 6 - интенсивные дайковые поля жерловой фации вулкана Большая Ипелька; 7 - субвулканические интрузии основного состава; 8 - экструзивные образования; 9 - эрозионные троговые долины; 10 - базальты; 11 - пемзо-пирокластические образования вулкана Опала; 12 - структурно-денудационная равнина Западной Камчатки с чехлом рыхлых отложений

оставив у подножья сплошной покров мощных моренных образований, при этом некоторые ледники достигали побережья Охотского моря. Вторая стадия верхнеплейстоценового оледенения ( $Q_3^4$ ) характеризовалась значительно меньшей интенсивностью – в это время ледники в основном не выходили за пределы вулкана, а их мощность была небольшой. Две стадии верхнеплейстоценового оледенения сильно разрушили вулканическую постройку, особенно ее вершинную часть, где образовались громадные цирки и карры. Однако в целом вулкан хорошо выражен в рельефе (рис. 1).

Постройка вулкана представляет собой пологий, несколько усложненный щит. В его нижней части углы наклона не превышают  $5-10^\circ$ , в средней части они увеличиваются до  $12-15^\circ$  и лишь в околовершинной части достигают  $18-20^\circ$ . В соответствии с морфологией склонов разрез вулкана имеет четкое трехчленное строение. Нижняя, наиболее пологая часть постройки сложена почти исключительно лавами базальтового состава, практически без примеси пирокластического материала. Мощность лавовых потоков невелика и обычно колеблется от 5-6 до 12-15 м. Примерно в средней части разреза мощность лавовых потоков увеличивается до 15-20 м, при этом возрастает и количество

во пирокластики основного состава. Ближе к вершинной части встречаются прослои агломератовых туфов мощностью 10–15 м, среди которых нередки округлые вулканические бомбы диаметром 30–50 см.

Привершинная часть вулкана сложена более вязкими и мощными (до 30–40 м) базальтовыми и андезитовыми лавовыми потоками, переслаивающимися с агломератовыми туфами мощностью 15–20 м. Эффузивно-пирокластическая пачка прорвана и дислоцирована экструзиями и штоками андезитов, дайками долеритов. Мощность эффузивно-пирокластических образований в привершинной части вулкана превышает 300–400 м.

Жерловая фация Большой Ипельки занимает значительную площадь – более 30 км<sup>2</sup>. Она представлена различными субфациями – системой даек жерловин, субвулканическими интрузиями и экструзивными куполами. Обычно образования этих субфаций наблюдаются на одних и тех же гипсометрических уровнях, в больших обнажениях – стенках цирков и трогов. Дайки и субвулканические тела имеют преимущественно базальтовый состав, а среди экструзий преобладают роговообманковые андезиты. Особенностью базальтовых тел является преобладание полнокристаллических структур по сравнению со структурами эффузивных покровов.

В стенках цирка высоты 941 хорошо видно дайковую систему. Дайки силообразные, пологонаклонные, редко – крутопадающие и вертикальные. Мощность даек 1–2 м, по простиранию они прослеживаются до 300 м. Подобные дайки, как правило, слагают гребни водоразделов эрозионной кальдеры. Интервал встречаемости даек в интенсивных дайковых полях в любом направлении 5–10 м. Общая площадь дайковых полей 100–120 км<sup>2</sup>. Наблюдался случай перехода дайки в поток. Узкий гребень водораздела (выс. 1095 м) сложен дайкой-потоком оливин-пироксеновых базальтов. Дайка со шлаковыми корками в эндоконтакте меняет падение от вертикального до полого-наклонного и практически не отличима от потока.

Субвулканические интрузии имеют значительное распространение в пределах жерловой фации. На площади закартировано четыре интрузивных образования: два на р. Левый Апачан площадью 4 км<sup>2</sup> и два небольших тела по 0,5 км<sup>2</sup> в истоках р. Правый Апачан. Тела сложены исключительно базальтами и габбро-долеритами. В большинстве случаев долеритовые интрузии имеют дайково-блоковое строение, т.е. представляют собой сгущение даек (дайка прислонена к дайке или прорвана дайкой). Границы таких тел среди дайковых полей жерловой фации довольно постепенны и в достаточной мере условны. В тех случаях, когда субинтрузивные тела представляют собой прикорневые части экструзий, они сложены андезитами (истоки р. Удочки) с крупными, до 1 см кристаллами роговой обманки.

В истоках р. Правый Апачан субвулканические интрузии представляют собой штоки андезитов мощностью в стенке цирка 50 м при высоте обнаженного участка 100–200 м. Эти штоки прорывают эффузивно-пирокластическую пачку, обжигая и дислоцируя ее (задирая пачку вдоль контакта). Эндоконтакт штока представлен красными кластолавами андезитового состава.

Крупные комплексы дайковых полей и субвулканических тел в околовершинной части вулкана в сочетании с огромной массой изверженного материала свидетельствует о том, что магматический материал поступал на поверхность, вероятно, не из одного, а из многих выводных каналов.

Состав пород вулкана Большая Ипелька не отличается большим разнообразием. Постройка сложена в подавляющем большинстве лавами базальтового состава. В привершинной части наблюдается переслаивание базальтов, андезито-базальтов и андезитов. Породы порфировые, количество вкрапленников варьирует от 10 до 33%, но встречаются как мегаплагиофировые разности с вкрапленниками плагиоклаза до 1 см в длину, так и субафировые разности, где лишь изредка присутствуют единичные фенокристаллы. В наиболее раскристаллизованных базальтах микролиты плагиоклаза достигают крупных размеров,

структуря серийно-порфировая. Плагиоклаз обычно представлен двумя генерациями. Для первой характерны крупные кристаллы, как самостоятельные, так и сростки с неровными гранями, корродированные основной массой. Наблюдаются многочисленные заливы основной массы вглубь зерна. Части включения стекла. Вдоль спайности нередко располагаются включения основной массы и пироксена, отдельные вкрапленники пронизаны такими включениями полностью.

Плагиоклазы второй генерации более идиоморфны, длинногаблигчатой формы, образуют как самостоятельные кристаллы, так и крестообразные сростки. Для обеих генераций характерны игольчатые включения апатита. Состав пла-гиоклаза основной, в отдельных случаях ядра состоят из аортита. Преобладают ядра состава № 70–75 с краевой каймой № 53–58. Крупные микролиты представлены лабрадором № 58–65. В субафировых базальтах встречаются и более основные микролиты № 77–85. Вокруг вкрапленников наблюдается иногда кайма калиевого полевого шпата с мелкими включениями апатита. Показатель преломления меньше кристалла и соседних микролитов пла-гиоклаза. Кайма развивается вокруг оплавленного кристалла пла-гиоклаза, граница между ними резкая. С основной же массой она имеет неровные контакты.

Оливин распространен неравномерно. В некоторых разностях базальтов его количество достигает 15–20% объема породы. Во встречаенных нами образцах содержание оливина в среднем 3%. Кристаллы обычно идиоморфны. В случае соприкосновения с пла-гиоклазом чаще наблюдается идиоморфизм оливина по отношению к пла-гиоклазу, но встречаются и обратные соотношения, из чего можно заключить, что кристаллизация обоих минералов происходила одновременно. По отношению к пироксену оливин обычно обнаруживает большую степень идиоморфизма, свидетельствующую о более раннем выделении. Так, например, было встречено крупное зерно моноклинного пироксена, которое содержало много мелких включений оливина правильной кристаллографической формы.

Пироксен моноклинный во вкрапленниках встречается в количестве от 0,5 до 3%. Размеры наиболее крупных порфировых выделений составляют 1–2 мм. Цвет светло-зеленый. Самостоятельные кристаллы идиоморфны, в сростках нередко ксеноморфен по отношению к оливину и пла-гиоклазу.

Основная масса обычно хорошо раскристаллизована и не содержит стекла. Структура долеритовая. Подавляющее большинство микролитов представлено пла-гиоклазом и моноклинным пироксеном, но встречается также и некоторое количество микролитов оливина. Цветное число 40, высокое даже в тех разностях базальтов, в которых содержится небольшое количество вкрапленников. Кроме пла-гиоклаза и цветных минералов, в состав основной массы входит калиевый полевой шпат, за счет которого, по-видимому, порода и содержит повышенное количество калия. Калиевый полевой шпат выполняет интерстиции между микролитами, всегда ксеноморфен, формы выделения неправильные. Из акцессорных минералов в основной массе встречается большое количество рудного минерала и апатит в виде мелких тонких иголочек.

В андезито-базальтах уменьшается количество оливина и в андезитах он полностью отсутствует. Во вкрапленниках появляются ромбический пироксен и роговая обманка зеленовато-бурого цвета, опацитизированная, иногда почти полностью. Для основной массы характерна пилотакситовая структура, переходящая в отдельных разностях в полосчатую. Полосчатость создается чередованием слоев с более крупными и мелкими микролитами пла-гиоклаза. Все лавы вулкана Большая Ипелька очень свежего облика и лишь в отдельных образцах наблюдаются слабые вторичные изменения. По оливину развивается хлорит, иногда гидроокислы железа.

Габбро-долериты, слагающие некоторые дайки, массивные породы темно-серого цвета, мелко- и среднекристаллической структуры. Под микроскопом они обнаруживают порфировидную, серийнопорфировую, микрогаббровую и долеритовую структуры. Порфировидность пород обусловлена крупными, до 3–4 мм, лейстами пла-гиоклаза, количество которых достигает 60% объема породы. Кро-

Рис. 2. Диаграмма Харкера для вулкана Большая Ипелька

ме этого, в состав породы входит моноклинный пироксен (15%), оливин (5–7%), калишпат (2–3%), магнетит (5%). Аксессорный минерал апатит. Среди вторичных минералов – карбонат, сфен, хлорит, гидрослюды, глинистые минералы. Плагиоклаз представлен слабо зональным лабрадором, битовнитом, его кристаллы идиоморфны. Замещается карбонатом, по трещинам спайности развивается сфен.

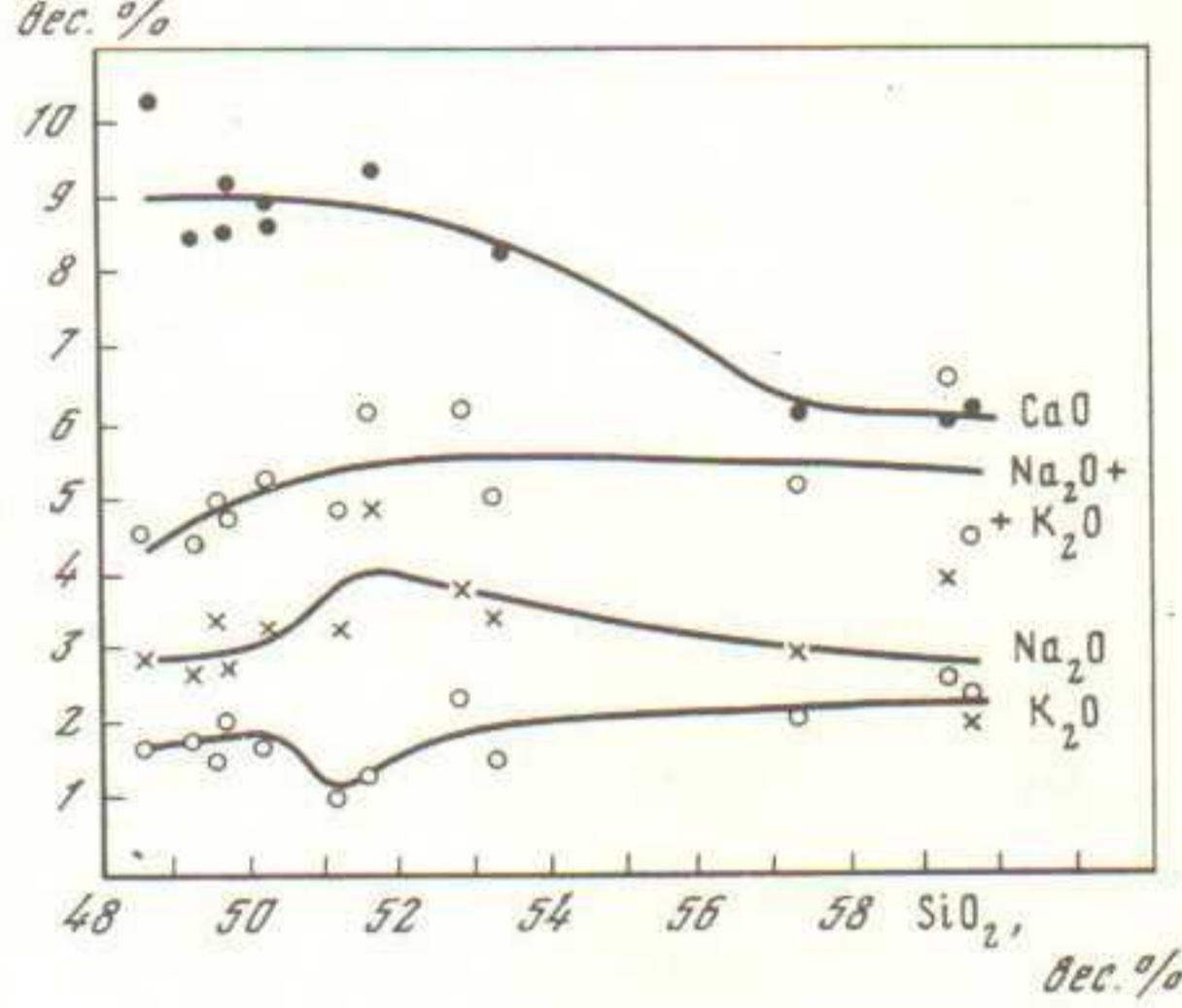
Оливин встречается как в мелких (менее 0,1 мм), так и в относительно крупных зернах до 2 мм длиной. Крупные выделения интенсивно замещены глинистыми минералами и гидроокислами железа.

Моноклинный пироксен образует кристаллы размерами в десятые – сотые доли мм. Очень характерен буроватый оттенок и шестоватый габитус, плеохроизм от буровато-розового до розоватого оттенка, похож на тиганавгит. Наряду с такими пироксенами наблюдались мелкие зерна (сотые доли мм) травяно-зеленого цвета с плеохроизмом в зеленых тонах, предположительно эгирин-авгит.

В интерстициях пироксенов и плагиоклазов наблюдаются бесцветные прозрачные ксеноморфные выделения калишпата с низким рельефом. Они почти всегда содержат многочисленные вrostки тонких игольчатых выделений апатита.

Среди полнокристаллических интрузивных базальтоидов жерловой фации преобладают плагиооливиновые долериты. Это серые массивные породы с серийно-порфировой, мегапорфировой и гломеропорфировой структурами. Порфировые выделения представлены плагиоклазом (30–60%), оливином (5–10%), моноклинным пироксеном (4–15%), магнетитом (до 5%). Аксессорный минерал апатит. Кристаллы плагиоклаза достигают 4 мм длины, слабозональны, резорбированы. Оливин образует как самостоятельные зерна, так и сростки с моноклинным пироксеном. Обычно он интенсивно замещается гидроокислами железа. Большая часть вкрапленников сгруппирована в сростки. Сростки плагиоклаза имеют определенную ориентировку, они образуют полосы субпараллельных кристаллов. В основной массе в интерстициях отмечен калишпат с вростками игольчатого апатита.

Анdezиты, слагающие большинство экструзий, серые, розовато-серые порфировые породы. Вкрапленники представлены плагиоклазом (10–35%), моноклинным пироксеном (1–5%), гиперстеном (менее 1%), роговой обманкой (менее 5%); породы слабо диагенезированы, в интерстициях и порах наблюдаются тридимит и кристобалит. Плагиоклаз вкрапленников образует зональные кристаллы до 5 мм длиной, как правило, резорбированные. Состав плагиоклаза: андезин-лабрадор. Моноклинный пироксен встречается в виде мелких идиоморфных кристаллов с зеленоватым оттенком, нередко в гломеропорфировых сростках с гиперстеном. Гиперстен – призматической, реже игольчатой формы. Роговая обманка представлена зеленой разновидностью, плеохроирующей от желтовато-зеленого по Nr до буровато-зеленой по Ng. В большинстве случаев почти полностью окалинизована,  $c:Ng = 14^\circ$ . Нередко во вкрапленниках встречаются зерна магнетита до 1 мм, чаще он образует срастания с гиперстеном, роговой обманкой и плагиоклазом.



Таблица

Химический состав пород вулкана Большая Ипелька

Компо-ненты	Образцы (порядковые)					
	1	2	3	4	5	6
	4375	4376	4381	1025	4980	4888
SiO <sub>2</sub>	48,56	49,28	49,61	49,70	50,20	50,22
TiO <sub>2</sub>	1,51	1,26	1,37	1,45	1,12	1,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,43	17,80	17,49	17,64	16,71	18,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,34	4,14	4,42	3,64	9,70	6,02
FeO	8,19	5,98	7,35	5,82	0,46	5,37
MnO	0,19	0,16	0,19	0,31	0,17	0,14
MgO	6,39	5,44	4,37	5,09	8,55	4,23
CaO	10,30	8,55	8,51	9,19	8,89	8,69
Na <sub>2</sub> O	2,96	2,65	3,47	2,79	1,87	3,32
K <sub>2</sub> O	1,69	1,80	1,53	2,07	0,57	0,87
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,18	0,41	0,84	0,29	0,70	0,32
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,06	0,05	0,30	-	0,56	0,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,45	0,39	0,41	0,74	0,40	0,08
CO <sub>2</sub>	-	2,16	-	0,13	-	0,05
SO <sub>3</sub>	-	0,18	-	-	-	0,29
	100,25	100,25	99,86	99,56	99,90	100,41

Примечание: 1 – дайка базальтов, переходящая в поток, привершинная часть вулкана, аналитик Новоселецкая Г.П. (коллекция В.С. Шеймовича); 2, 6 – дайки базальтов привершинной части вулкана, истоки р. Удочки, аналитик Яровская М.Д. (коллекция В.С. Шеймовича); 3 – дайка долеритов, привершинная часть вулкана, аналитик Новоселецкая Г.П. (коллекция В.С. Шеймовича); 4, 7, 8, 9 – базальты лавовых потоков вулкана, аналитик Миловачова (коллекция Н.Н. Кожемяки); 10 – андезито-базальт экструзивного купола в истоках

Пирокластические отложения представлены главным образом грубообломочными литокластическими породами – туфобрекчиями, сложенными обломками вышеописанных пород. Тонкообломочные разности – псаммитовые литокристаллокластические туфы – имеют андезитовый состав. Кроме обломков андезитов с витрофировой и гиалопилитовой структурой основной массы, в них отмечаются обломки резорбированных зональных плагиоклазов, роговых обманок (базальтических), гиперстена и моноклинного пироксена.

Как видно из описания, лавовые потоки, дайковый комплекс и субинтрузивные тела жерловой фации сложены породами базальтового состава, различающимися лишь структурами и очень сходными по своей минералогии, что подтверждает возможность рассматривать субинтрузивные тела и дайки жерловой фации как подводящие каналы лавовых потоков, сформировавших постройку.

(и номера)

7 1030	8 1012	9 1020	10 4387	11 4373	12 4373/A	13 1038
51,26	51,60	52,79	53,32	57,30	59,32	59,60
-	1,16	-	1,00	0,79	0,56	0,70
-	18,50	-	18,54	16,78	17,63	20,07
-	1,23	-	3,88	5,29	4,33	1,97
-	6,39	-	5,23	2,97	1,84	2,74
-	0,27	-	0,19	0,16	0,17	0,32
-	4,90	-	3,30	3,73	2,15	1,14
-	9,40	-	8,25	6,17	6,02	6,20
3,38	4,89	3,38	3,47	3,07	3,99	2,04
1,59	1,34	2,40	1,58	2,16	2,68	2,48
-	0,26	-	0,62	0,32	0,24	0,30
-	-	-	0,02	0,03	0,61	0,55
-	0,55	-	0,43	0,04	0,39	0,90
-	0,16	-	-	0,92	-	0,56
-	-	-	-	0,24	-	-
-	100,65	-	99,83	99,97	99,97	99,47

р. Правый Апачан, аналитик Новоселецкая Г.П. (коллекция В.С. Шеймовича); 11 - андезит экструзивного купола, центральная часть вулкана, аналитик Ярошская М.Д. (коллекция В.С. Шеймовича); 12 - андезит, корневая часть экструзивного купола, аналитик Новоселецкая Г.П. (коллекция В.С. Шеймовича); 13 - андезит, лавовый поток вулкана, аналитик Милованова (коллекция Н.Н. Кожемяки); 5 - базальт, шлаковый конус оз. Утиного, аналитик Новоселецкая Г.П. (коллекция В.С. Шеймовича)

В целом о вулкане можно сказать, что его продукты дифференцированы слабо - от базальтов до андезитов, причем последние среди лав постройки редки и встречаются, как правило, в экструзивных образованиях. Повышенная щелочность пород выражается петрографически присутствием калиевого полевого шпата в основной массе и высоким содержанием апатита.

Химический состав пород вулкана Большая Ипелька охарактеризован 10 полными силикагенным анализами и 2 определениями  $\text{SiO}_2$  и щелочей (таблица). Кроме того, один анализ (5) принадлежит молодому базальтовому шлаковому конусу, который не относится непосредственно к вулканическому аппарату Большой Ипельки. В подавляющем большинстве лавы вулкана - базальты с содержанием  $\text{SiO}_2$  49,6-52,7%. Подчиненную роль в постройке играют андезиты с содержанием  $\text{SiO}_2$  57-59%. Характерной особенностью лав является повы-

шенное содержание щелочей, составляющее в сумме 5–6% при обычной норме для базальтов Южной Камчатской зоны 3–4%. Интересно, что суммарное содержание щелочей в базальтах и андезитах практически одинаковое. На диаграмме Харкера (рис. 2) не наблюдается пересечения линий  $\text{CaO}$  и щелочей в зависимости от  $\text{SiO}_2$ , т.е. не устанавливается индекс Пикока. В соотношении щелочей обнаруживается следующая закономерность: с повышением количества  $\text{Na}_2\text{O}$  понижается содержание  $\text{K}_2\text{O}$  и наоборот (см. рис. 2). Таким образом, повышенная щелочность пород определяется высоким содержанием не только  $\text{K}_2\text{O}$ , но также и  $\text{Na}_2\text{O}$ .

В заключение необходимо подчеркнуть следующее.

Вулкан Большая Ипелька является самым крупным щитообразным вулканом Южной Камчатки, сформировавшимся в нижнеплейстоценовое время. Роль вулкана Большая Ипелька в выносе изверженного материала чрезвычайно велика. Общая масса его продуктов извержений составляет 40–45% от всего объема щитообразных вулканов Южно-Камчатской вулканической зоны или примерно 50% от всей массы нижнеплейстоценовых вулканитов.

Большой объем вулканитов преимущественно базальтового состава, огромное количество даек и субвулканических образований позволяют сделать заключение, что формирование крупнейшей щитообразной постройки происходило посредством извержений не из одного, а из многих подводящих каналов, сконцентрированных в центральной части.

По сравнению с другими вулканическими центрами вулкан Большая Ипелька выдвинут далеко на запад. Отмеченная для Камчатки в целом закономерность в увеличении щелочности с востока на запад (Набоко, 1963; Апрелков и др., 1963), по-видимому, выдерживается и для Южно-Камчатской вулканической зоны. Примером тому служит вулкан Большая Ипелька, щелочность которого повышена по сравнению с одновозрастными базальтоидами восточной части зоны.

## ЛИТЕРАТУРА

- Апрелков С.Е., Марченко А.Ф., Шеймович В.С. Некоторые петрохимические особенности четвертичного вулканизма Камчатки. – В сб.: Петрохимические особенности молодого вулканизма. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Набоко С.И. Петрохимические особенности молодых и современных лав Камчатки. – В сб.: Петрохимические особенности молодого вулканизма. М., Изд-во АН СССР, 1963.