

А. Е. ШАНЦЕР, Ф. Ш. КУТЫЕВ, В. С. ПЕТРОВ

ВУЛКАН КИЗИМЕН

Структурная приуроченность, краткая геологическая характеристика района. Кизимен по отношению к другим действующим вулканам Камчатки занимает обособленное положение. Это единственный действующий вулкан, расположенный на сочленении грабена Центральной Камчатской депрессии с горстом Восточного хребта. Он находится на западном склоне южной части хр. Тумрок, заполняя короткую троговую долину руч. Поперечного — притока р. Лев. Щапина. Для этого района Камчатки характерно практически непрерывное развитие вулканизма в плиоцен-нижнечетвертичное время и чрезвычайно интенсивные более поздние неотектонические процессы.

Восточный хребет сложен преимущественно сложнодислоцированными мел-палеогеновыми образованиями, в районе же хр. Тумрок мел-палеогеновый фундамент резко погружается, древние толщи обнажаются лишь в отдельных эрозионных окнах, а сам хр. Тумрок сложен исключительно плиоцен-четвертичными вулканитами. Здесь в нижнем плиоцене по разломам северо-западного — широтного простирания заложился прогиб, возможно, грабенообразный, в котором шла интенсивная, резко перекомпенсированная аккумуляция вулканического материала. В результате образовалась структурно-вулканическая зона (Тумрокско-Никольская), поперечная по отношению к основным северо-восточным морфоструктурным элементам Камчатки. Она протягивается от хр. Гамчен на востоке через современные хр. Тумрок и Никольский вкост Центральной Камчатской депрессии к Срединному хребту. В этой зоне формировались мощные вулканогенные комплексы и отдельные вулканы (Шанцер и др., 1966).

Фундамент вулкана Кизимен образован отложениями шапинской свиты (N_2^{1-2}). Разрез свиты характеризуется переслаиванием базальтов с туфами базальтового и дацитового состава. В более северных районах хр. Тумрок в разрезе присутствуют дацитовые игнимбриты, также переслаивающиеся с базальтами. Характерны оливинсодержащие гиперстеновые базальты и плагиофировые (иногда мегаплагиофировые) разновидности базальтов. Породы шапинской свиты образуют пологие, реже крутые моноклинали. В конце шапинского времени фиксируются поднятие, незначительный размыв и тектонические движения типа сдвигов по разломам северо-западного простирания. Несогласно на шапинской свите залегают тумрокский и иульский вулканогенные комплексы. Первый — преимущественно андезитового состава, второй — базальтовый. Иульский комплекс представляет собой серию разрушенных вулканов. Чаще всего конечный этап развития базальтовых вулканов иульского комплекса связан с образованием экструзивных куполов роговообманковых андезитов. По палеомагнитным и геоморфологическим характеристикам вулканы иульского комплекса мы относим к нижнечетвертичному (ран-

неиульские вулканы) и среднечетвертичному (позднеиульские) времени*.

Породы иульского и тумрокского комплексов практически не дислоцированы. Наблюдаются лишь отдельные блоковые подвижки и редко складки в зоне разрывных нарушений. В предиульское время после накопления вулканитов тумрокского комплекса произошли подвижки по расколам северо-западного простирания, и в пределах современного хр. Тумрок образовался ряд относительно опущенных и поднятых блоков. В одном из опущенных блоков на крайнем юге хр. Тумрок сформировался крупный базальтовый вулкан у оз. Теплякова. Западнее в этом же опущенном блоке в голоцене образовался вулкан Кизимен.

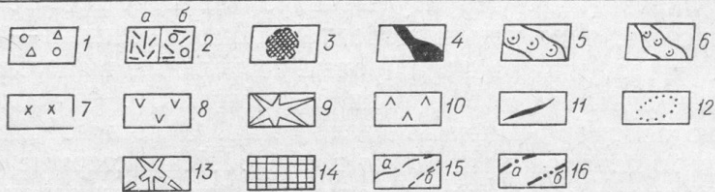
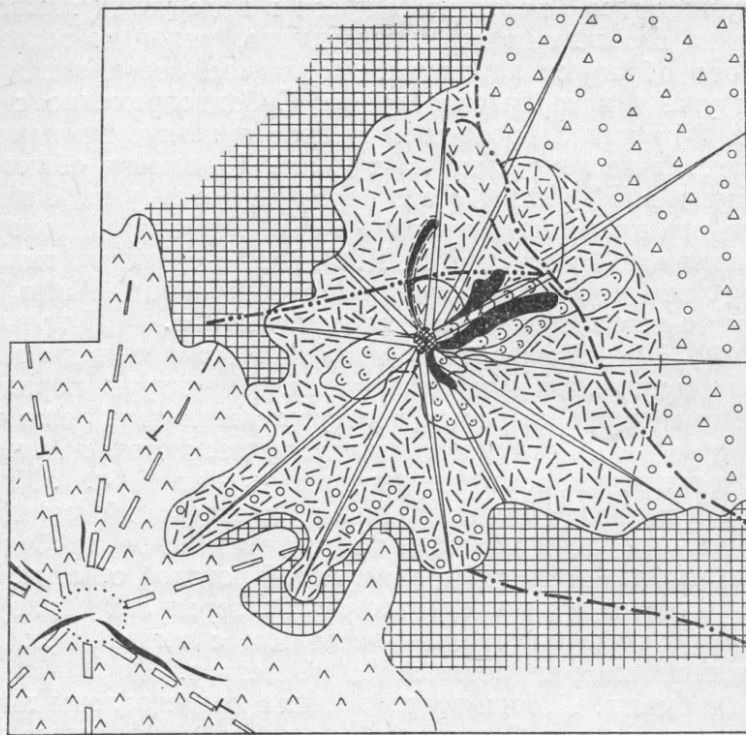
После завершения вулканизма иульского времени, развитие которого по площади захватывало всю поперечную Тумрокско-Никольскую вулканическую зону, вулканизм в этом районе практически прекратился и последовал активный тектонический этап. Наиболее интенсивные тектонические движения фиксируются в верхнечетвертичное время и в голоцене. Так, морены второй фазы верхнечетвертичного оледенения смещены по сбросам амплитудой 200—250 м. В это время закладываются основные новейшие структуры района: Шапинский грабен, односторонний горст хр. Тумрок, горстовое поднятие Асхачного увала. Деформации рыхлых современных отложений, наличие в районе Шапинского грабена гипоцентров сильных приповерхностных землетрясений (8—9 баллов с глубиной гипоцентра от 0 до 5 км — данные ИФЗ АН СССР за 1963 г.) свидетельствуют о продолжающемся развитии этих структур и в настоящее время. На сочленении Шапинского грабена и горста хр. Тумрок в зоне сбросов восточного борта грабена сформировался андезитовый вулкан Кизимен.

Геологическое строение вулкана. Кизимен имеет коническую форму со слабо выраженным кратером в привершинной части (см. рисунок). Абсолютная высота вулкана 2500 м, относительная (превышение над тальвегом р. Лев. Шапина) — 1900 м. Средний диаметр около 7 км. Речные долины, которые заполняет вулкан, обусловили неправильную его форму в плане. Рост его по площади на юг, северо-запад и запад был ограничен бортами троговых долин, и только на северо-восток, в сторону широкой долины р. Лев. Шапина, склоновые вулканические и вулканогенно-осадочные отложения имели возможность распространяться на более широкой площади. В результате вулкан в плане имеет форму, близкую к треугольной. Склоны его покрыты чехлом пирокластических отложений, рассечены барранкосами. Глыбовые лавовые потоки в основном развиты в верхней и средней части склонов и приурочены главным образом к склонам северо-восточной и южной экспозиции. Широкое подножие вулкана в долине р. Лев. Шапина сложено делювиально-пролювиальными отложениями сухих рек и отделены от собственно склона вулкана тектоническим уступом северо-западного простирания. В верхней части северо-восточного склона, в 300 м от вершины, расположено сольфатарное поле с мощной постоянно действующей сольфатарой.

Нижняя возрастная граница вулкана определяется довольно четко, так как он сформировался в троговой долине 2-й фазы верхнечетвертичного оледенения. Таким образом, развитие вулкана полностью падает на голоцен.

Детальное изучение геологического строения вулкана позволяет дать достаточно четкую характеристику истории его развития. Можно выделить несколько циклов развития. Первый цикл (экструзивный) связан с образованием андезитового экструзивного купола, формирование

* Неоген-четвертичные вулканиты имеют максимальную мощность 2000 м, они подстилаются сложнодислоцированной вулканогенной валагинской серией мелового возраста. Максимальные видимые мощности валагинской серии, подсчитанные по разрезам в северной части Валагинского хребта, достигают 9—10 км (по данным съемок КТГУ).



Геологическая карта вулкана Кизимен.

1 — делювиально-пролювиальные отложения подножия вулкана; 2: а — пирокластика склонов, б — пемзовая пирокластика; 3 — кратерные эруптивные брекчии; 4 — потоки 3-го цикла (андезито-базальты); 5—6 — потоки 2-го цикла (андезиты); 7 — сольфатары; 8 — экструзия, 1-й цикл (кварцевые андезиты); 9 — направление периклиналей; 10 — базальты иультского времени; 11 — радиальные базальтовые дайки древнего (иультского) вулкана; 12 — эруптивный центр древнего вулкана; 13 — направление периклиналей древнего вулкана; 14 — неогеновый фундамент (шапинская свита в вулканогенных фациях); 15 — геологические границы; 16: а — разломы, б — разломы, проведенные условно.

которого сопровождалось значительными выбросами пирокластического материала. Породы первичной экструзии обнажаются на северо-западном склоне в виде крутых скал в верхней части склона и нижней его части вдоль тектонического уступа. Морфология выходов, наклон поверхности андезитового тела в нижней части склона под вулкан, наличие между выходами резкого переуглубления в склоне, заполненного мощным чехлом более поздней пирокластике, дают возможность сделать предположение о деформации сформировавшегося купола по разлому субмеридионального простирания, позднее перекрытого пирокластическими отложениями склонов.

В более позднее время можно выделить два эксплозивных цикла (второй и третий), сопровождавшихся образованиями коротких глыбовых лавовых потоков. По времени они весьма сближены и, видимо, падают на вторую половину голоцена. После излияния последних потоков 2-го цикла произошли интенсивные тектонические подвижки, деформировавшие северо-западный склон вулкана. Движения носили сбросовый характер с амплитудой смещения до 100 м. (Амплитуда хорошо подсчитывается по вертикальному смещению глыбового лавового потока 2-го цикла извержений). Потоки 2-го цикла имеют чрезвычайно свежий облик. Это практически не связанные друг с другом нагромождения угло-

ватых и округлых глыб, протягивающиеся в виде узких языков от кратерной части на вершине до середины склона, реже до тектонического уступа, где они образуют лавопады. Вероятнее всего, эти извержения происходили уже в историческое время. Субодновременно с образованием потоков 3-го цикла произошел выброс андезитовых пемз. Детальные геологические исследования на вулкане Кизимен в общем подтвердили концепцию Б. И. Пийпа о его строении (экструзия с дальнейшим развитием на ней кратерного вулкана). Это, безусловно, говорит о прекрасной геологической интуиции Б. И. Пийпа, сделавшего такие выводы на основании лишь беглых маршрутных исследований (Пийп, 1946).

Петрографо-петрологическая характеристика. Первый цикл (экструзивный). Эффузивы первого цикла представлены пироксен-амфиболовыми кварцсодержащими андезитами. Структуры пород порфиоровые, участками мелкопорфиоровые, текстуры массивные, реже флюидальные. Во вкрапленниках отмечаются плагиоклаз, пироксен, амфибол, реже кварц. Оптические характеристики приведены в табл. 1. Характерные признаки пород первого цикла: наличие двух генераций амфибола, отличающихся лишь цветом и полихромизмом; присутствие ромбического пироксена и замещение последнего окисленной роговой обманкой (отмечается в виде реликтов в центральных частях зерен амфибола); замещение ортопироксена серпентиновым агрегатом с выделением магнетитовых зерен; интенсивная коррозия зерен магнетита.

Второй цикл. Потоки второго цикла представлены пироксен-амфиболовыми андезитами. Структуры андезитов порфиоровые и неравномерно-порфиоровые, текстуры однородные. Вкрапленники — плагиоклаз, пироксен, амфибол, иногда порфиоровые выделения выполнены рудным минералом, сходным по морфологии с ильменитом. Основная масса — кислое стекло со сфероидными выделениями. Основные оптические характеристики минералов приведены в табл. 1. Характерные особенности данной разновидности андезитов: наличие реликтовых зерен клинопироксена (близкого к авгиту) в центральных частях зерен амфибола первой генерации; равновесное соотношение и одинаковая степень идиоморфизма амфиболов и пироксенов первой и второй генерации и плагиоклазов первой генерации; отчетливая зональность амфиболов первой генерации, плеохроирующих в зеленовато-бурых тонах; следы растворения магнетитовых зерен и стекловатая оболочка с отчетливыми границами на контакте с основной массой; мелкие включения пироксена и бурого амфибола первой генерации в зональных плагиоклазах первой генерации.

Третий цикл. Ранние потоки третьего цикла представлены оливин-пироксеновыми андезито-базальтами (основными андезитами). Все разновидности этих пород имеют порфиоровую структуру и массивную текстуру. Порфиоровые вкрапленники — плагиоклаз, пироксен, оливин. Плагиоклаз присутствует в трех генерациях — плагиоклаз вкрапленников, плагиоклаз лейст и плагиоклаз микролитов. Процентные соотношения минералов-вкрапленников и основной массы приведены в табл. 2 (аналогичные данные в табл. 2 даются по первому и второму циклам), оптические параметры минералов — в табл. 1. Для данной разновидности лав характерны: тесная ассоциация и образование гломеропорфиоровых сростков плагиоклаза первой генерации (с характерным альбитовым двойникованием) с оливином; замещение оливина пироксеном с образованием магнетитовых кайм и включений в центре зерен; зональность клинопироксенов и их хорошая огранка; следы растворения и последующей регенерации лейст плагиоклазов.

Самые молодые лавовые потоки, завершающие третий цикл развития вулкана, представлены основными андезитами, отличающимися от описанного выше генетического ряда. Они содержат оливин, пироксен и окисленную роговую обманку. Микроскопически структурно-текстурные особенности этих пород аналогичны описанным. Специфичными для них

Оптические характеристики минералов

Имя	Порода	Минерал	Оптические свойства				Примечание		
			2V	cNg	Ng-Np	угол спайности		полихромизм	
Первый (жестуанный)	Пироксен-амфиболовый кварцсодержащий андезит	P1 ₁	~+82	—	0,007	—	Близок к № 70—75 по погасанию в зоне [100:001]		
		P1 ₂	—	—	—	—		По углам погасания близок к № 56—60 № 25—35	
		P1 ₃ Py	Микролиты по максимальному углу погасания 70				—		Близок к бронзиту
		Amf ₁	-76	0	0,040	124	Np светло-зеленый Ng коричнево-бурый	Окисленная роговая обманка	
		Amf ₂	-80	~3	0,040	124	Np светло-зеленый Ng коричнево-зеленый		
Второй	Пироксен-амфиболовый андезит	P1 ₁	По углу в симметричной зоне				—	Близок к № 75—80 Близок к № 50—55 Близок к № 35—45	
		P1 ₂	+75	—	0,007	—			Rogovaya obmanka
		P1 ₃ Amf ₁	-87	12	0,023	~124			
		Amf ₂	—	12	0,027	124	Np желто-бурый Ng красно-бурый	Окисленная роговая обманка	
		Py ₁	~48	0	0,016	~87	Np буро-розовый Ng светло-зеленый		Близок к гиперстену
		Py ₂	+25	~40	0,025	—	—	Видимо, близок к пижониту	
		Третий	Оливин-пироксеновый андезит базальт	P1 ₁	~-82	—	~0,012	—	Близок к анортиту № 85—100
P1 ₂	~90			—	0,008	—	Близок к № 45—50		
P1 ₃	~-74			—	0,008	—		Близок к № 35—40	
Py	~+56			37	~0,020	—	Близок к авгиту		
O1	86—90			—	0,030	—	Близок к форстериту № 25—30		
P1 ₁	~90			—	~0,011	—	Близок к анортиту № 75—80		
P1 ₂	~+78			—	~0,007	—		Близок к № 48—50	
P1 ₃	~80—85			—	~0,007	—	Видимо, № 40—45		
Amf	-82			0-3	0,040	124	Np коричнево-зеленый Ng темно-красный	Окисленная роговая обманка	
Оливин-пироксеновый амфиболодержащий основной андезит	Py			+85	—	0,007	—	Близок к энстатит-бронзиту	
	P1 ₂	~82	~30	0,002	—	Np бледно-зеленый Ng бледно-коричневый	Близок к авгиту		
	O1	~90	—	0,035	—	Близок к форстериту № 20			

Примечание. P1 — плагиоклаз, Py — пироксен, Amf — амфибол, O1 — оливин. Цифры у минерала обозначают его генерацию.

Соотношение (%) минералов-вкрапленников и основной массы

Цикл	Порода	Pl ₁	Pl ₂	Pl ₃	Pu ₁	Pu ₂	Amf ₁	Amf ₂	Ol	Q	Mgt*	Основная масса
I	Андезит	18—15	5—6	1,5—1	2—1,5	—	<1	<1	—	~1	1	68—75
II	Андезит	~5	7	1	3	1	4	1	—	—	1,5	~78
III	Андезито- базальт	7—8	5	4—5	3	—	—	—	4	—	1,5	72—78

* Магнетит.

являются реакционные взаимоотношения темноцветных минералов, т. е. замещение оливина ортопироксеном, причем последний, в свою очередь, замещается окисленной роговой обманкой. Оптические параметры минералов представлены в табл. 1. Особо следует отметить появление гломеропорфировых сростков оливина — плагиоклаза, замещение оливина ортопироксеном с образованием венцовых структур, ортопироксена окисленной роговой обманкой с сохранением «бронированных» реликтов пироксена и амфибола мелким агрегатом клинопироксена и плагиоклаза с образованием (видимо, за счет освобождающегося железа) по периферии зерен магнетита, следы растворения и последующей регенерации плагиоклазов первой генерации и прямую зональность вкрапленников.

Кварцсодержащие андезиты, пироксен-амфиболовые андезиты и оливин-пироксеновые андезито-базальты относятся к нормальной щелочно-земельной андезитовой серии пород (табл. 3). Последовательность их излияния отражает антидромный ход дифференциации андезитового расплава.

Таблица 3

Силикатные анализы лав вулкана Кизимен

Окисел	Номер образца				
	117	111-1	108	108A	115
SiO ₂	64,64	63,46	61,42	61,80	54,64
TiO ₂	0,12	0,60	0,34	0,67	0,93
Al ₂ O ₃	17,28	16,77	17,03	16,26	18,87
Fe ₂ O ₃	3,38	2,13	4,18	2,80	2,94
FeO	1,69	2,87	2,65	2,52	5,43
MnO	—	0,20	—	0,12	0,15
MgO	1,41	2,41	2,68	2,21	4,22
CaO	5,06	5,56	5,80	5,95	8,03
Na ₂ O	4,42	3,85	3,91	3,42	3,24
K ₂ O	1,41	1,70	1,63	1,58	1,00
H ₂ O ⁻	0,40	0,57	0,07	0,18	0,02
H ₂ O ⁺	0,12	0,00	0,43	2,23	0,44
P ₂ O ₅	—	—	—	0,26	0,24
Сумма	99,95	100,12	100,14	100,00	100,15

Примечание. 117, 111-1 — пироксен-амфиболовые кварцсодержащие андезиты (1-й цикл); 108 — пироксен-амфиболовый андезит (2-й цикл); 108A — андезитовая роговообманковая пемза (3-й цикл); 115 — пироксен-оливиновый амфиболсодержащий основной андезит (3-й цикл). Анализы выполнены в химической лаборатории Института вулканологии. Аналитики Т. В. Долгова, Г. Ф. Некрасова.

Аномальным следует считать появление в конце последнего цикла развития вулкана пироксен-оливиновых амфиболсодержащих пород (SiO₂ 54—55%) с неравновесным парагенезисом породообразующих минералов: оливин+пироксен+базальтическая роговая обманка. Учитывая, что излиянию подобных основных андезитов предшествовал значительный по объему выброс андезитовых амфиболсодержащих пемз (SiO₂ 61—62%), можно представить образование подобной ассоциации как результат расслоения остаточного андезитового расплава в гипотетической магматической камере с последующими извержениями сначала более легких и кислых дифференциатов (пемзы), затем более тяжелых, обогащенных оливином.

В табл. 4 приводятся единичные количественные определения некоторых микроэлементов.

Выводы. Кизимен является чисто андезитовым вулканом с

Таблица 4

Содержание микроэлементов в лавах вулкана Кизимен, вес. %

Номер образца	Cr	Ni	Co	V	Sc	Cu	Zr	Y	Yb
10-91	—	0,0032	0,0022	0,026	0,0039	0,0032	0,0082	0,0020	0,00035
114	—	0,0024	0,0014	0,025	0,0028	0,002	0,015	0,0022	0,00034
109	—	0,0018	0,0022	0,013	0,0018	0,0009	0,0065	0,0016	0,0031
111	—	0,0042	0,0012	0,016	0,0022	0,0065	0,0082	0,0023	0,00030

Примечание. 111 — кварцсодержащий пироксен-амфиболовый андезит; 109, 109-1 — пироксен-амфиболовый андезит; 114 — оливин-пироксеновый андезит-базальт.

антидромным ходом развития, расположенным в тектонически активной зоне сочленения горста Восточного хребта с Центральной Камчатской депрессией. По составу андезитов Кизимен имеет чрезвычайное сходство с вулканом Тауншиц, расположенным в относительно тектонически пассивной зоне Восточного Камчатского прогиба. Оба вулкана развиваются антидромно с образованием кислых роговообманковых андезитов в начальных стадиях и основных оливинсодержащих в конечных. Фундамент вулканов разнороден. Кизимен подстилается мощными верхнетретичными и меловыми вулканогенными комплексами с суммарной видимой мощностью разреза до 10—12 тыс. м. Фундаментом же Тауншица, вероятнее всего, являются неогеновые и палеогеновые терригенные и кремнисто-карбонатные толщи, перекрытые маломощным покровом платоэффузивов. Подсчитанная видимая мощность палеоген-неогеновых пород фундамента Тауншица, по данным геологических съемок в Валагинском хребте, также приближается к 10—12 тыс. м.

Таким образом, можно сделать вывод о независимости происхождения и эволюции химического и минералогического состава андезитов вулканов Кизимен и Тауншиц от тектонической обстановки, строения и состава верхней части разреза фундамента, по крайней мере, на глубину 10—12 тыс. м. Видимо, генерация андезитовых расплавов происходила на больших глубинах, а ассимиляция вмещающих пород в верхней части разреза земной коры, по всей вероятности, не имела места.

ЛИТЕРАТУРА

- Петров В. С. Современная сольфатарная деятельность вулкана Кизимен.— В кн.: Вопросы географии Камчатки, вып. 6, 1970.
- Пийп Б. И. Вулкан Кизимен.— «Бюлл. Вулк. ст. на Камчатке», 1946, № 13.
- Шанцер А. Е. и др. Вулканогенные толщи хребта Тумрок, их палеомагнитная характеристика и возраст.— «Известия АН СССР. Сер. геол.», 1966, № 9.