

**БАЗАЛТЫ ВУЛКАНА ТЯТЯ: ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС (ОСТРОВ КУНАШИР,
КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)**

Ю.А. Мартынов*, А.Ю. Мартынов*, А.А. Чащин*, А.В. Рыбин**

**Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

*** Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск*

Основные эффузивы древнего и современного конусов влк. Тятя устойчиво различаются между собой по содержаниям CaO, Al₂O₃, Sr, K₂O и большинства некогерентных элементов. Геохимические данные, а также результаты численного моделирования по программе КОМАГМАТ дают основание предполагать, что базальты начального этапа формирования вулкана образовались в результате сравнительно высокой степени плавления мантийного источника и последующего глубокого фракционирования при подъеме к поверхности с накоплением плагиоклаза. Учитывая, что лавы древнего конуса влк. Тятя по многим петрологическим признакам близки к основным вулканитам о. Кунашир миоценового этапа формирования, результаты выполненного исследования могут иметь определенное значение для понимания особенностей эволюции вулканизма Курильской островной дуги в целом.

Ключевые слова: базальты, геохимия, вулкан Тятя, остров Кунашир, Курильская островная дуга.

ВВЕДЕНИЕ

Курильская островная дуга является менее изученной в Тихоокеанском регионе по сравнению с другими островными дугами, такими как Алеутская, Камчатская, Японская и Новозеландская. Немногочисленные аналитические данные, полученные 20–30 лет назад, не отвечают современным требованиям. Геохимия вулканических продуктов изучена очень слабо, что не позволяет решать ключевые вопросы петрогенезиса и геодинамики, включая эволюцию вулканизма как в пределах островной дуги в целом, так и в пределах отдельных вулканических центров.

В данной статье сделана попытка рассмотреть вопросы происхождения основных эффузивов одного из интереснейших вулканов Курильской островной дуги – влк. Тятя. В отдельных публикациях [7–9, 12] можно найти лишь краткие петрографические и петрохимические характеристики пород, которых явно недостаточно для решения проблемы их петрогенезиса.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Курильская островодужная система, расположенная в северо-западной части Тихого океана,

представлена Курило-Камчатским глубоководным желобом, Большой Курильской вулканической грядой и расположенной в тылу Курильской котловиной*. Ее происхождение рассматривается как результат субдукции под континентальную окраину (8,6 см/год) сравнительно древней (90–118 млн лет) и холодной Тихоокеанской плиты, следы которой сейсмологическими методами прослеживаются до глубины 650 км [2].

Курило-Камчатский глубоководный желоб выполнен океаническими осадками, которые характеризуются механическим смешением 18–80 % континентального детрита, в среднем 9 %, иногда 20–30 % органического кварца, первых процентов вулканического пепла и следами карбонатного материала [11]. Пропорция континентального материала увеличивается к югу вдоль Курило-Камчатского желоба, в результате чего, по мнению [10], в субдуцирующем осадке возрастают отношение ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr и содержание В, но уменьшается количество ¹¹В.

*Примечание ред. Авторы придерживаются точки зрения, что Малая Курильская гряда генетически не связана с современной Курильской островодужной системой.

В пределах Курильской котловины сейсмические данные указывают на присутствие океанической коры в ее юго-западной части и более тонкой континентальной – в северо-западной. Прямые свидетельства о возрасте структуры отсутствуют, не изучен и состав коры из-за мощного слоя осадочных отложений. На основании косвенных данных (величина теплового потока, глубины и мощности осадочного чехла, особенности магматизма и палеомагнетизма сопредельных территорий Сахалина и Хоккайдо) начало ее формирования относят к интервалу ранний олигоцен–средний миоцен (32–28 млн лет) [10, 12].

Цепь островов Большой Курильской гряды протягивается на расстояние около 1150 км от полуострова Камчатка на севере до острова Хоккайдо на юге. Ширина вулканической зоны составляет 100–200 км, глубина до субдуцирующей плиты – 120–150 км. Проливами Буссоль и Крузенштерна вулканическая дуга разделена на Южное, Центральное и Северное звенья. По материалам исследования ИФЗ АН СССР в 1957–1958 гг. и 1962–1964 гг. методом ГСЗ было высказано предположение о меньшей мощности земной коры в пределах Центральных Курил (10–15 км). Но более детальные исследования комплексом современных методов ГСЗ, КМПВ, МОВ-НСП экспедициями ИМГиГ АН СССР в 1983–1984 гг. показали, что мощность земной коры под Центральными Курилами составляет около 30 км и сопоставима с таковой для островов южных Курил и Камчатки. По мнению Т.К. Злобина [4], мощность земной коры составляет 28–33 км на южном фланге Курильской островной дуги, 25–30 км – в центральной части, 32–36 км – на северном фланге. Данные изучения ксенолитов показывают, что, несмотря на присутствие в их составе гранитных и метаморфических пород, в целом среди них преобладают базальты (51 мас. % SiO_2 , 0.6 мас. % K_2O) [7], причем существенных отличий в составе ксенолитов различных участков дуги не наблюдается. Начало формирования островной дуги относится к раннему миоцену, а возможно к олигоцену [6]. Острова сложены преимущественно вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами, разрез которых можно подразделить на два структурных этажа. Нижний, образующий цоколь, представлен умеренно дислоцированными неогеновыми, а верхний – практически не дислоцированными четвертичными отложениями. Основание верхнего структурного яруса представлено эффузивами раннеплейстоценового возраста, формирующими вулканические плато (платоэффузивы).

Кунашир является самым южным и одним из наиболее крупных островов в пределах Большой Курильской дуги (3200 км² – Итуруп, 2042 км² – Парамушир и 1490 км² Кунашир) [3]. Нижний структурный ярус здесь представлен относительно сильно дислоцированными фациально-изменчивыми основными, средними и кислыми вулканическими породами, песчаниками, конгломератами, алевролитами, выделяемыми в кунаширскую (P_3^3) и ловцовскую (N_1^2) свиты. Выше залегают породы алахинской (N_1^3 - N_2^1) и головнинской (N_2^{2-3}) свит, представленные вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями преимущественно кислого и среднего состава, хотя среди них встречаются и базальты.

Нижнеплейстоценовые (Q_1) платоэффузивы относятся к образованиям ареального вулканизма и представлены, преимущественно, потоками базальтов, андезибазальтов и андезитов, бронирующими высокие террасы и выровненные привершинные поверхности рельефа.

Современная вулканическая активность сосредоточена в пределах четырех вулканов: Головина – на юге, Менделеева – в центральной части, Тятя и Руруй – на севере.

Вулкан Тятя, объект данного исследования (рис. 1), построен по типу Сомма-Везувий и является одним из самых красивых вулканов Курильской островной дуги. Древний конус, сильно эродированный, вероятно плейстоценового возраста, частично обнажается на северо-восточном и юго-восточном флангах современного вулкана [13]. Формирование современной постройки произошло, скорее всего, не ранее позднего плейстоцена, а может быть, и в начале голоцена. Извержения вулкана характеризовались смешанной стромболианской деятельностью, сопровождаемой жидкими базальтовыми и андезибазальтовыми потоками. Только в самом конце появились несколько более кислые двупироксеновые андезиты. Затем, по-видимому, наступил некоторый перерыв в извержениях, закончившийся взрывом, который прочистил канал и сформировал сомму. Возобновившаяся деятельность привела к образованию центрального конуса. Извержения имели преимущественно стромболианский характер, иногда с излиянием базальтовых лав.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Состав минералов определялся на микрозонде “Camebax” в Институте вулканологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский). Рабочие условия: напряжение 20 kV, ток 50 mA. В качестве стандартов

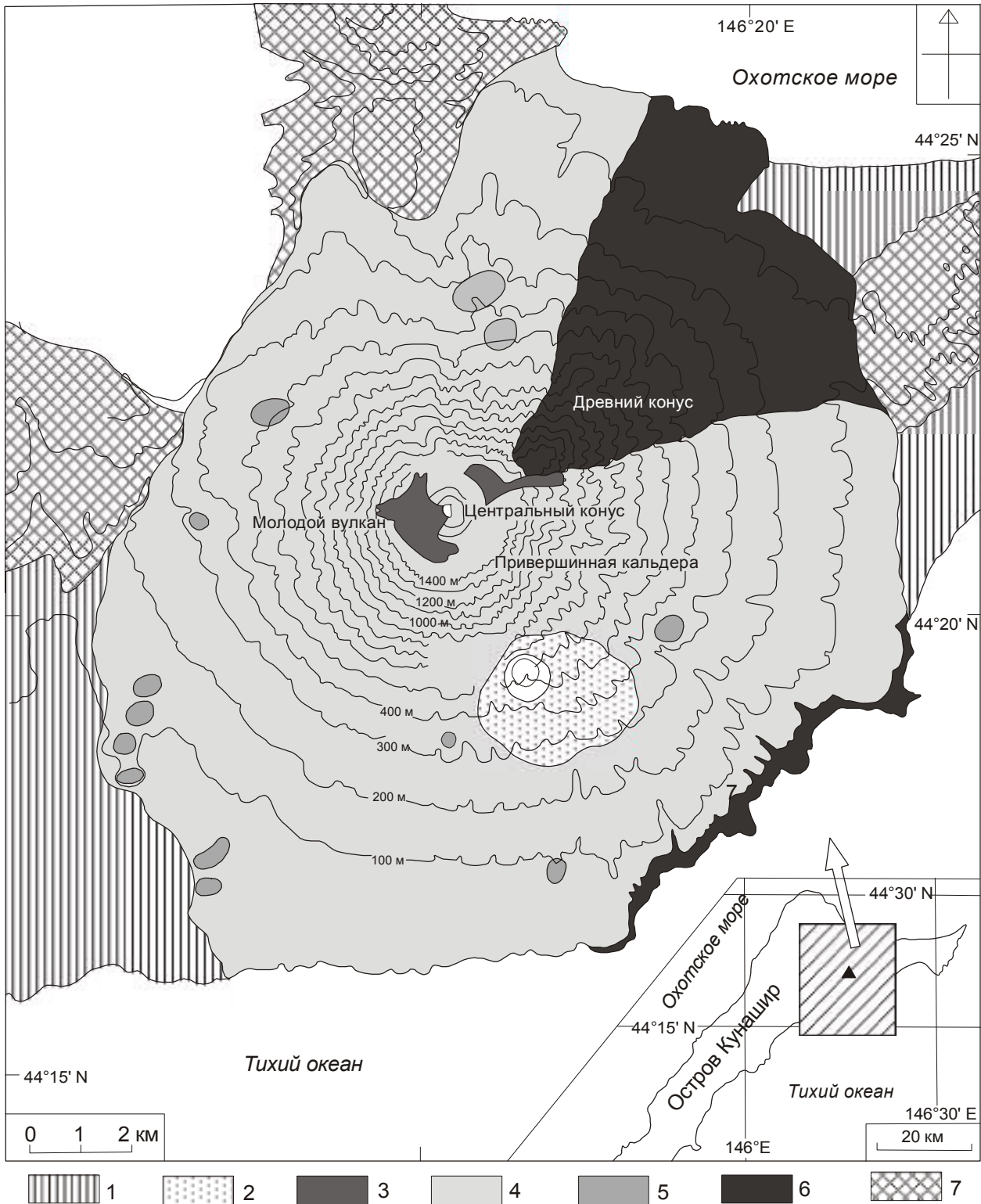


Рис. 1. Схематическая геологическая карта влк. Тятя (по [13], с небольшими упрощениями).

1 – аллювий; 2 – пирокластический поток извержения 1973 г.; 3 – лавовые потоки центрального конуса; 4 – молодой вулкан; 5 – паразитические конусы; 6 – древняя постройка; 7 – породы основания (неоген).

использовались природные силикаты (санидин – для Si, Na, K, Al; диопсид – для Ca и Mg; оливин – для Fe; ильменит – для Ti и родонит – для Mn). Ошибка анализа – не более 3 %.

Содержание петрогенных элементов определялось методом мокрой химии Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН (аналитик Шкодюк Л. В.).

Анализ микроэлементов был выполнен в лабораториях Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск). Химическая подготовка проб элементного и изотопного анализов осуществлялась на основе бидистиллята глубинной воды оз. Байкал. В процессе пробоподготовки использовались двукратно очищенные на изотермических перегонках особо чистые кислоты. Плавиновая кислота очищалась в тефлоновых аппаратах, а вода, азотная и соляная кислоты – в кварцевых. Измерения методом ICP-MS проводились в Иркутском Центре коллективного пользования на масс-спектрометре VG Plasmaquad PQ2+. Калибровка прибора осуществлялась по международным стандартам BHVO-1, AGV-1 и BIR-1 и внутрилабораторному стандарту базанита U-94-5. При повторных измерениях стандартное отклонение (1 σ) для большинства элементов не превышало 5 %. Стандартное отклонение при определении Sc и Pr (Ce и Ta в AGV-1) не превышало 10 %. Воспроизводимость результатов измерений Pb в BHVO-1 составляла 10–5 %.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЛАВ ВУЛКАНА ТЯТЯ

Основные вулканы древнего и современного конусов близки между собой по основным петрографическим характеристикам.

Базальты и андезибазальты – черные стекловатые породы с массивной текстурой и порфировой структурой. Фенокристы представлены плагиоклазом, оливином и клинопироксеном. Ортопироксен встречается в незначительном количестве, которое возрастает в породах с более высоким содержанием кремнезема (андезибазальты).

Плагиоклаз – главный минерал-вкрапленник, слагает крупные (до 2–3 мм) и мелкие (0,5 мм) кристаллы шестоватой или таблитчатой формы. Фенокристы образуют простые и полисинтетические двойники и часто характеризуются “ситовидной” структурой, в результате проплавления кристаллов расплавом стекла основной массы. Химический состав плагиоклаза варьирует от лабрадора до битовнита (An_{54-75}), но в пределах отдельных зёрен зональность проявлена слабо, причем как прямая, так и обратная.

Оливин преобладает среди темноцветных минералов. Он встречается в виде мелких (0,5 мм) кристаллов-вкрапленников округлой или ромбовидной формы, реже удлинённо-шестоватой. Некоторые кристаллы частично замещены идингситом. В большинстве случаев зёрна оливина окаймлены оторочкой, сложенной тонкодисперсным рудным минералом. Состав оливинов отвечает хризолиту (72–82 % Fo). Отдельные фенокристы проявляют прямую зональность.

Клинопироксен образует мелкие, реже крупные кристаллы удлинённо-шестоватой формы. Среди последних встречаются вкрапленники с простым и полисинтетическим двойникованием. Нередко отдельные кристаллы зональны. По составу клинопироксен классифицируется как салит или авгит. Некоторые фенокристы содержат включения рудного минерала и обнаруживают пятнистое или волнистое погасание.

Основная масса, с пилотакситовой или интерсертальной структурами, сложена буровато-коричневым или коричневым стеклом, в которое погружены лейсты плагиоклаза, ксеноморфные зерна пироксена, оливина (?) и магнетита, а также микролиты, представленные лабродором или андезином, моноклинным пироксеном и магнетитом.

Изученные образцы *андезитов* представлены порфиrowыми разновидностями. В составе минералов-вкрапленников преобладает зональный плагиоклаз с содержанием анортита 75–68 % в ядрах фенокристов и до 58 % – в краевых зонах. Среди темноцветных минералов преобладает слабо зональный ортопироксен ($En_{62.3-58.4} Fs_{35.2-38.9} Wo_{2.6-2.8}$). Клинопироксен ($En_{47.3-39.6} Fs_{18.9-17.1} Wo_{42.8-35.5}$) встречается в виде единичных кристаллов. Вкрапленники, как правило, образуют гломоропорфирные сростки.

Основная масса состоит в основном из вулканического стекла, микролитов плагиоклаза (An_{55}) и магнетита.

ГЕОХИМИЯ

Базальты древнего и современного конусов (влк. Тятя) по соотношению $SiO_2 - FeO^*/MgO$ (рис. 2) соответствуют породам толеитовой серии с повышенными содержаниями глинозема (16–20 мас.% Al_2O_3) и сравнительно низкими – MgO (6.2–2.2 мас.%). По мере увеличения содержания магния в породах снижаются содержания SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 и щелочей, но возрастают – CaO и Fe_2O_3 (табл.;

Таблица. Содержание петрогенных (мас. %) и микроэлементов (г/т) в представительных образцах молодого и древнего конусов влк. Тятя.

Элементы	ЮМ-3005К	ЮМ-3009К	ЮМ-3010К	118-1*	83*	84*	153*
	Молодая постройка				Древняя постройка		
SiO ₂	51.93	54.95	59.58	53.42	50.99	50.06	53.12
TiO ₂	0.92	0.96	0.6	1.13	0.95	0.89	0.87
Al ₂ O ₃	17.76	17.19	16.5	16.56	19.1	19.76	19.93
Fe ₂ O ₃	3.43	3.27	3.46	11.9	10.95	10.52	8.6
FeO	5.33	5.32	3.69				
MnO	0.35	0.21	0.14	0.21	0.19	0.18	0.17
MgO	6.33	4.43	3.52	4.18	4.49	4.2	2.44
CaO	9.91	8.26	5.73	9.11	10.71	11.2	9.54
Na ₂ O	2.31	3.09	2.92	2.9	2.68	2.53	3.52
K ₂ O	0.69	0.79	0.48	0.69	0.32	0.33	0.54
P ₂ O ₅	0.07	0.4	0.27	0.2	0.12	0.11	0.17
Сумма	99.81	99.45	100.05	100.3	100.5	99.78	98.9
Rb	13.4	15.69	6.27	15.3	4.8	6.1	7.5
Ba	113.21	119.32	145.52	184	116	92	150
Sr	330.8	306.41	153.22	338	374	383	439
Pb	10.12	8.86	5.38	6.8	6.1	3.4	8.8
Zr	71.46	77.67	57.3	85	46	42	61
Hf	2.11	2.21	1.76				
La	6.34	8.16	2.47				
Ce	16.76	20.57	6.71				
Pr	2.4	2.71	0.97				
Nd	13.76	14.64	5.57				
Sm	4.17	4.18	1.9				
Eu	1.07	1.2	0.69				
Gd	4.88	4.95	2.69				
Tb	0.79	0.82	0.5				
Dy	5.02	5.11	3.09				
Ho	1.1	1.14	0.74				
Er	3.04	3.15	2.22				
Tm	0.55	0.57	0.42				
Yb	3.11	3.08	2.41				
Lu	0.47	0.48	0.38				
Nb	1.53	1.75	0.4	2.5	1.4	1.6	1.6
Y	32.05	32.9	21.8	33.6	26	24.1	32.1
Ta	0.02	0.03	0.01				
Th	1.07	2.27	0.59				
Sc	37.42	34.3	21.66	38	24	22	22

Примечание. Звездочкой отмечены анализы из работы [13].

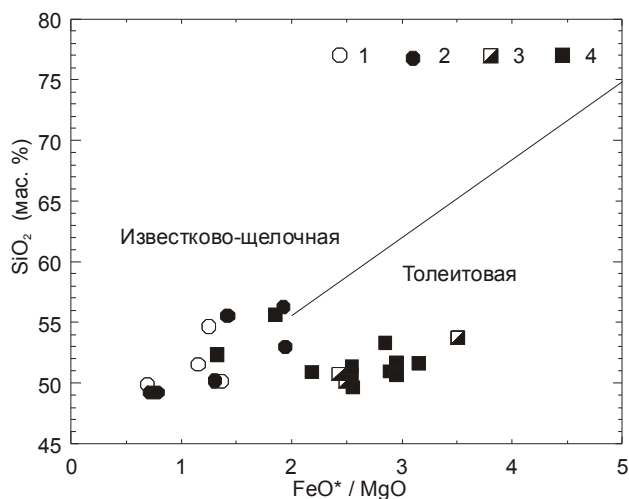


Рис. 2. Классификационная диаграмма SiO₂–FeO*/MgO для основных вулканитов о. Кунашир.

1 – алексинская свита, миоцен; 2 – платобазальты, плиоцен–плейстоцен; 3–4 – влк. Тятя, древний (3) и современный (4) конусы.

При построении диаграмм рис. 2–5 кроме оригинальных также использовались данные, опубликованные в работах [5, 13].

рис. 3). Базальты с наиболее высокими содержаниями оксида магния характеризуются низкими концентрациями некогерентных элементов, включая Y (рис. 4).

Основные лавы древней и современной постройки влк. Тятя заметно различаются между собой по ряду геохимических признаков, прежде всего – по содержанию K₂O. На классификационной диаграмме SiO₂–K₂O (рис. 5) фигуративные точки более древних вулканитов ложатся в поле низкокалевой серии, тогда как породы современного конуса – в поле промежуточных составов, характеризующихся повышенным содержанием калия. На вариационных диаграммах зависимости содержания петрогенных оксидов (рис. 3) и микроэлементов (рис. 4) от MgO основные вулканиты древнего конуса, по существу, наследуют геохимические особенности миоценовых и раннеплейстоценовых лав. От пород современной постройки они отличаются сравнительно низкими концентрациями SiO₂, TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃ и щелочей, но повышенными содержаниями глинозёма и кальция. Низкокалевые базальты древней постройки также устойчиво деплетированы в отношении некогерентных элементов (Ba, Rb, Y, Zr, Nb), за исключением Sr.

ВОПРОСЫ ПЕТРОГЕНЕЗИСА

Для исследования природы возможной генетической связи базальтовых расплавов древнего и современного конусов влк. Тятя для 10 представительных образцов базальтов было проведено моделирование фазовых отношений и составов магматических расплавов с использованием программы КОМАГМАТ [1]. Вычисления проводились в режиме низкобарической равновесной кристаллизации (P=1 кбар) с оливином, плагиоклазом, клинопироксеном, пижонитом, ильменитом и магнетитом в качестве кристаллизующихся фаз. При расчетах постулировалась умеренная окисленность исходных магм, отвечающая буферу QFM – 0.5 и незначительному содержанию воды в системе – 0.25 мас. %. При этом учитывалось, что содержание H₂O в базальтовых расплавах не может превышать экспери-

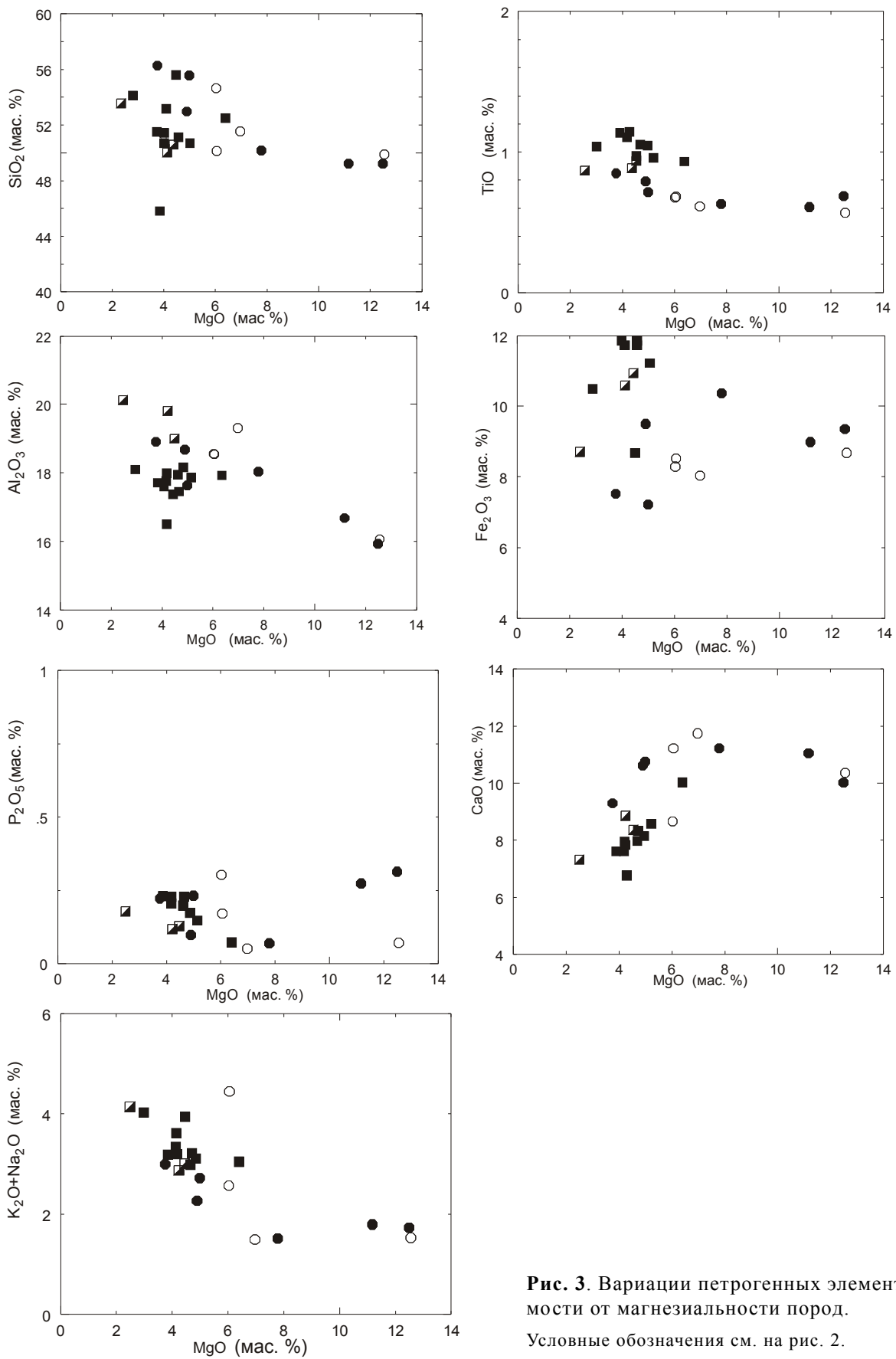


Рис. 3. Вариации петрогенных элементов в зависимости от магнезиальности пород. Условные обозначения см. на рис. 2.

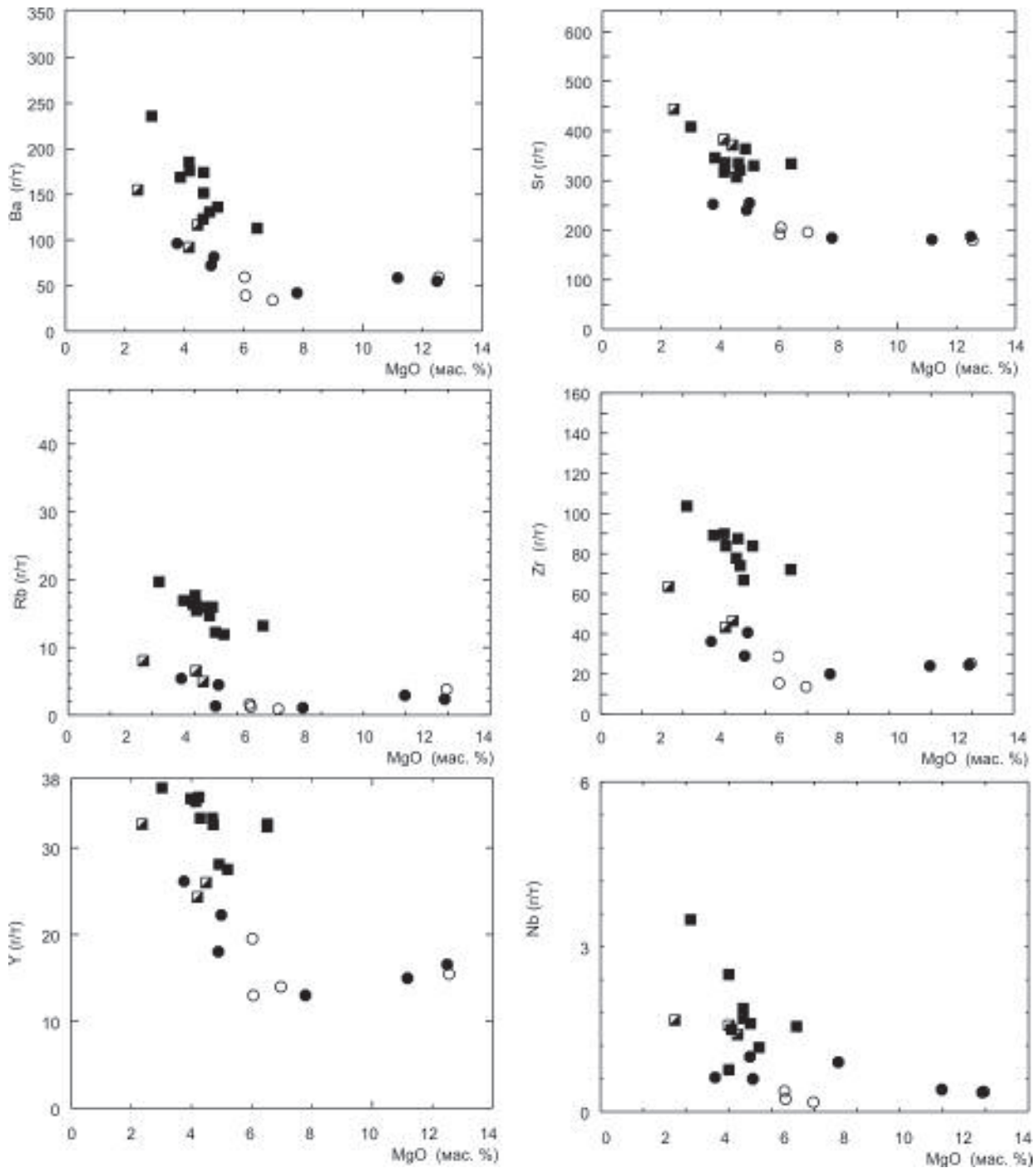


Рис. 4. Вариации некогерентных элементов в зависимости от магнезиальности пород.

Условные обозначения см. на рис. 2.

ментально установленного предела растворимости при низких давлениях (0,5–0,7 мас. %). О реалистичности заданных параметров свидетельствует совпадение набора наблюдаемых и модельных минералов и высокая степень соответствия расчетных данных и микрондовых анализов (рис. 6).

Исследованные образцы вулканитов как древнего, так и современного конусов показывают избыточное содержания плагиоклаза по сравнению с низкобарической оливин-плагиоклазовой котектикой (рис. 7). Это свидетельствует о существенной роли процессов фракционирования более примитивных расплавов и последующего накопления

Рис. 5. Классификационная диаграмма $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$ для основных эффузивов о. Кунашир. Условные обозначения см. на рис. 2.

Рис. 6. Сопоставление расчетных (1) и реальных (2) составов породообразующих минералов в образце андезита молодого конуса (Юм- 3010к).

Pl – плагиоклаз, Орх – низкокальциевый пироксен, Срх – клинопироксен. Цифрами на диаграмме показаны расчетные температуры начала кристаллизации минералов.

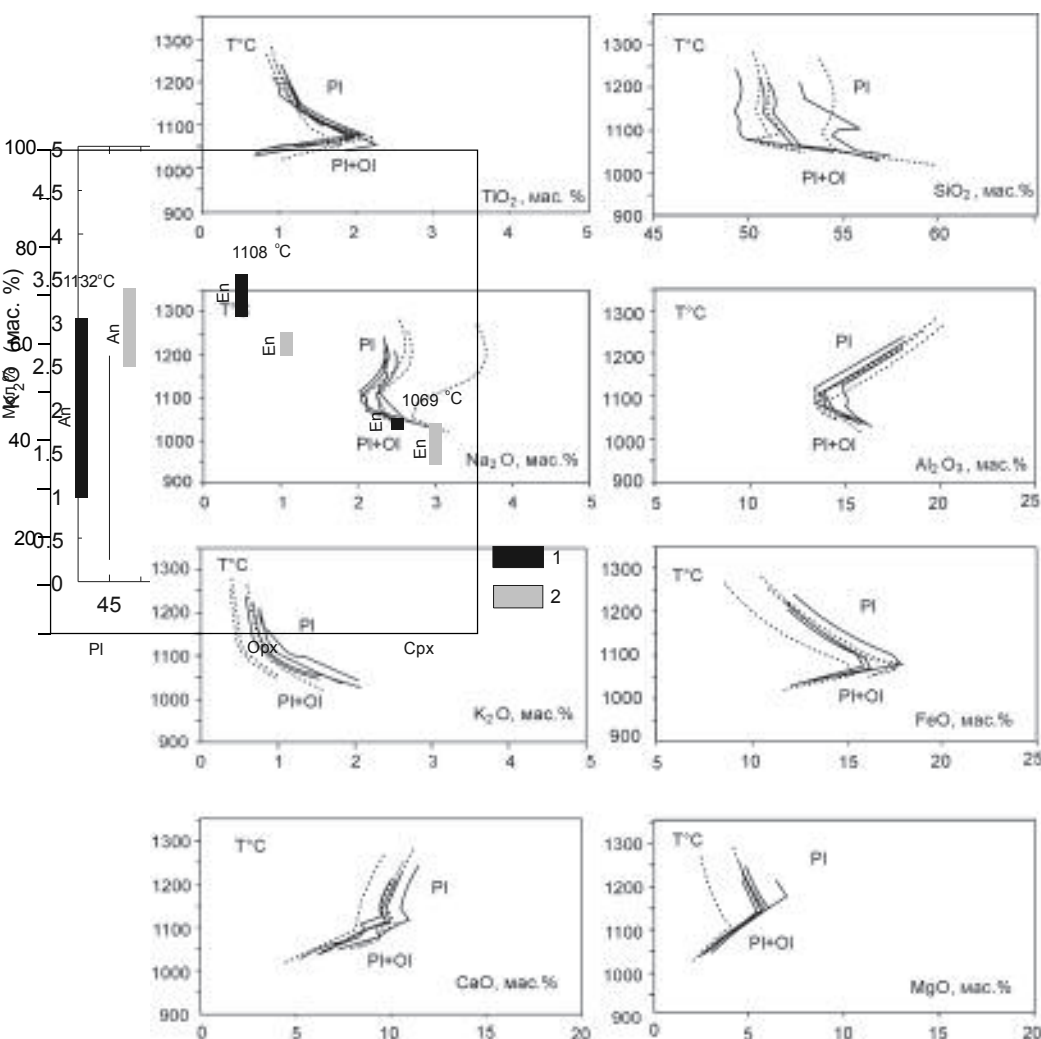


Рис. 7. Расчетные линии эволюции составов расплава основных лав древней (пунктир) и современной (сплошная линия) построек влк. Тятя.

Pl – область кристаллизации плагиоклаза; Pl+Ol – плагиоклаз-оливиновая котектика.

кристаллов плагиоклаза в продуктах их эволюции. Можно предположить, что для более древних пород степень накопления плагиоклаза была более значительной, о чем, в частности, свидетельствуют повышенные (относительно оливин-плагиоклазовой котектики) расчетные начальные температуры их кристаллизации (рис. 7). С этим выводом согласуются результаты геохимических исследований – лавы древнего конуса, по сравнению с современными вулканами, устойчиво обогащены не только Al_2O_3 и CaO (рис. 3), но также Sr (рис. 4).

Таким образом, на основании геохимических и расчетных данных можно предполагать более длительную историю эволюции магм, исходных для базальтов древнего конуса влк. Тятя, по сравнению с магмами, образовавшими продукты современных извержений. Подобные соотношения можно связать с существованием и эволюцией относительно долгоживущих очагов и более продолжительной задержкой поступления из периферических магматических камер исходных магм базальтов ранних этапов извержения.

Тем не менее, процесс кристаллизационной дифференциации не в состоянии объяснить небольшие, но систематические различия древних и молодых базальтов по содержанию некогерентных макро- (K_2O , TiO_2) и микроэлементов (Ba, Sr, Y, Zr, Nb) при близкой магнезиальности соответствующих пород. Это может быть вызвано двумя основными причинами: различным составом плавящихся субстратов (1) и вариациями степени плавления общего мантийного источника (2). Результаты компьютерного моделирования показывают, что более вероятен второй механизм.

На рис. 7 показаны линии эволюции модельных расплавов, построенные в виде зависимости содержаний петрогенных окислов от температуры. Отчетливо видно, что, несмотря на существенные вариации исходных валовых составов, продукты их эволюции при температурах ниже $1170^\circ C$ представляют общую оливин-плагиоклазовую котектику для элементов, которые в отношении базальтовых расплавов проявляют свойства когерентности – SiO_2 , Al_2O_3 , FeO, MgO. Это дает основание предполагать единый магматический источник для разновозрастных пород, более высокая степень плавления которого могла привести к относительной деплетированности базальтов древнего конуса по ряду некогерентных элементов.

В этой связи следует отметить, что основные лавы о. Кунашир начальных этапов формирования

также более деплетированы в отношении калия, Ba, Rb, Cs и других некогерентных элементов, по сравнению с современными лавами [5]. Поэтому представленные здесь результаты компьютерного моделирования и геохимические исследования базальтов влк. Тятя позволяют приступить к выстраиванию общей картины эволюции базальтового вулканизма Курильской островной дуги, начиная с миоценового возраста.

Авторы выражают глубокую признательность д.г.-м.н. А.А. Арискину (ГЕОХИ, Москва) за научную консультацию и критические замечания, позволившие значительно улучшить рукопись статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ДВО РАН 05-02-0-00-026 и 03-05-65218.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых магм. М.: Наука, 2000. 362 с.
2. Геолого-геофизический атлас Курило-Камчатской островодужной системы / Ред. К.Ф. Сергеев, М.Л. Красный. М.: ВСЕГЕИ, 1987. 36 л.
3. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.
4. Злобин Т.К., Пискунов В.Н., Фролова Т.И. Новые данные о структуре земной коры в центральной части Курильской островной дуги // Докл. АН СССР. 1987. Т. 293, №1. С. 185–187.
5. Мартынов Ю. А., Дриль С.И., Чащин А.А., Рыбин А.В., Мартынов А.Ю.. Деплетированный характер вулканизма острова Кунашир – роль несубдукционных факторов в магмогенезисе Курильской островной дуги // Докл. РАН. 2004. Т. 394, №4. С. 527–532.
6. Пискунов Б.Н. Геолого-петрологическая специфика вулканизма островных дуг. М.: Наука, 1987. 237 с.
7. Родионова Р.И., Федорченко В.И. Ксенолиты в лавах Курильских островов и некоторые вопросы глубинной геологии этого района // Вулканизм и глубины Земли. М., 1971. С. 141–147.
8. Фролова Т.И., Бурикова И.А., Гуцин А.В., Фролов В.Т., Сывороткин В.Л. Происхождение вулканических серий островных дуг. М.: Недра, 1985. 275 с.
9. Bailey J.C., Frolova T.I., Burikova I.A. Mineralogy, geochemistry and petrogenesis of Kuril island-arc basalts // Contribution to Mineralogy and Petrology. V. 102. 1989. P. 265–280.
10. Baranov B.V., Werner R., Hoernle K.A. et al. Evidence for compressionally induced high subsidence rates in the Kuril Basin (Okhotsk Sea) // Tectonophysics. 2002. V. 350, N 1. P. 63–97.
11. Ishikawa T., Tera F. Source, composition and distribution of the fluid in the Kuril mantle wedge: Constrain from across-arc variations of B/Nb and B isotopes // Earth and Planet. Sci. Letters. 1997. V. 152. P. 113–122.

12. Kimura G., Tamaki K. Tectonic framework of the Kurile Arc since its initiation // (Nasu N., Kobayashi K., Uyeda S., Kusiro I., Kagami H. Eds) Formation of Active Continental Margin. Terra Scientific Publication. Tokyo, 1985. P. 641–676
13. Nakagawa M., Ishizuka Y., Takashi K., Yoshimoto M., Hirose W. et al. Tyatya volcano, southwestern Kuril arc: recent eruptive activity inferred from widespread tephra // The Island Arc. 2002. V 11. P. 236–254.

Поступила в редакцию 14 ноября 2004 г.

Рекомендована к печати А.И. Ханчуком

Yu. A. Martynov, A. Yu. Martynov, A. A. Chashchin, A. V. Rybin

Basalts of Tyatya Volcano: petrology and genesis (Kunashir Island, Kuril island arc)

The main effusives of the ancient and present cones of Tyatya Volcano differ in the content of CaO, Al₂O₃, Sr, K₂O and most incoherent elements. Geochemical evidence and also results of numerical modeling suggest that basalts of the initial stage of formation of the volcano were the result of the relatively high degree of melting of mantle source and subsequent deep fractionation in its rise to the surface accompanied with plagioclase accumulation. Considering that the lavas of the ancient cone of Tyatya Volcano are in many respects petrologically close to basic volcanics of the Miocene stage of Kunashir Island formation, the results of the relevant investigations can have implications for understanding the features of the evolution of volcanism in the Kuril island arc on the whole.

Key words: basalts, geochemistry, Tyatya Volcano, Kunashir Island, Kuril island arc.