



УДК 551.21

Г. Б. Флёров, И. В. Мелекесцев

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: flerov@kscnet.ru*

Извержение 2012–2013 гг. как результат продолжающейся активности Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов (Ключевская группа вулканов, Камчатка)

Кратко изложена история вулканизма в районе вулканов Острый и Плоский Толбачики, предшествующего извержению 2012–2013 гг. Сделан вывод об отсутствии прямого наследования вулканизма позднеплейстоценовых стратовулканов Острый и Плоский Толбачик и наложенной голоценовой региональной зоны шлаковых конусов. Показано, что все голоценовые извержения района Толбачинских вулканов, включая исторические 1941 г., БТТИ 1975–1976 гг. и 2012–2013 гг., связаны с проявлением вулканизма типичного трещинного типа, а не являются побочными прорывами вулкана Плоский Толбачик.

Без знания прошлого невозможно понять и настоящее. В полной мере это относится и к современным вулканическим извержениям Толбачинского дола (Ключевская группа вулканов, Камчатка), что было ярко продемонстрировано при детальном исследовании Большого трещинного Толбачинского извержения [1]. Было однозначно доказано, что все происходившие там в голоцене извержения связаны с деятельностью региональной трещинной зоны, возникшей около 10 тыс. л. н. Не является исключением и начавшееся здесь 27 ноября 2012 г. новое извержение. Оно явилось очередным подтверждением продолжающейся высокой вулканической активности Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов, выделенной ещё Б. И. Пийпом [6].

Конец верхнего плейстоцена (15–20 тыс. л. н.) характеризовался в Ключевской группе вулканов интенсивным ростом позднеплейстоценовых стратовулканов [5], формирование которых происходило в условиях ледниковой эпохи и мощного оледенения Камчатки (площадь ледников >50 тыс. км²), при низком (–120 м) уровне Мирового океана. К их числу принадлежали Острый и Плоский Толбачики.

К началу голоцена и последнего межледниковья (10 тыс. л. н.) геотектоническая и палеогеографическая обстановка существенно изменились [2, 4]: ледниковая нагрузка на Камчатке и в Ключевской группе вулканов исчезла после таяния ледников, а уровень Мирового океана резко поднялся. В результате крупной природной катастрофы на границе позднего плейстоцена — голоцена возникла трещинная зона шириной 13–15 км и протяжённостью 60–70 км. Эта дугообразная зона прошла через постройку стратовулкана Пра-Плоский Толбачик, уже потухшего к тому времени, вызвав разрушение его вершинной части и образование кальдеры гавайского типа, кардинально изменив её мор-

фологию. Одновременно гигантский обвал разрушил и вершину соседнего вулкана Острый Толбачик, где возник обвальнй цирк шириной более 3 км. Построение гипсометрического профиля через два вулкана и простые геометрические построения позволяют реконструировать первичную морфологию разрушенных построек. Судя по реконструкциям, абсолютные высоты стратовулканов достигали 3800–3900 м, при этом стратовулкан Пра-Плоский Толбачик был несколько выше, моложе и возник на склоне Острого Толбачика (рис. 1, а и б).

Сложившаяся геотектоническая обстановка способствовала поступлению из глубинных горизонтов литосферы магматического вещества, которое на поверхности разгружалось по сложной системе разломов, образуя многочисленные эруптивные центры и обширные лавовые поля. Это явилось началом формирования наложенной региональной зоны шлаковых конусов, протянувшейся от верховьев р. Студеная на севере до р. Толбачик на юге. Излившиеся лавы покрыли площадь около 875 км² Толбачинского дола и около 110 км² северо-восточного участка. Одновременно, наследуя канал, питающий стратовулканы, магмой заполняется кальдера Плоского Толбачика, где формируется щитовой вулкан с эруптивным центром, эксцентрично расположенным относительно стратовулкана Пра-Плоский Толбачик.

В интервале 10–2 тыс. л. н. в течение первого и наиболее длительного этапа вулканизма региональной зоны, происходили извержения только субщелочных глинозёмистых базальтов на протяжении всей её длины, включая кальдеру Плоского Толбачика (рис. 2, 3). Средняя интенсивность выноса ювенильного вещества составила $\sim 17 \cdot 10^6$ т/год.

Второй этап вулканизма, от 2 тыс. л. н. по настоящее время, характеризуется сужением площади

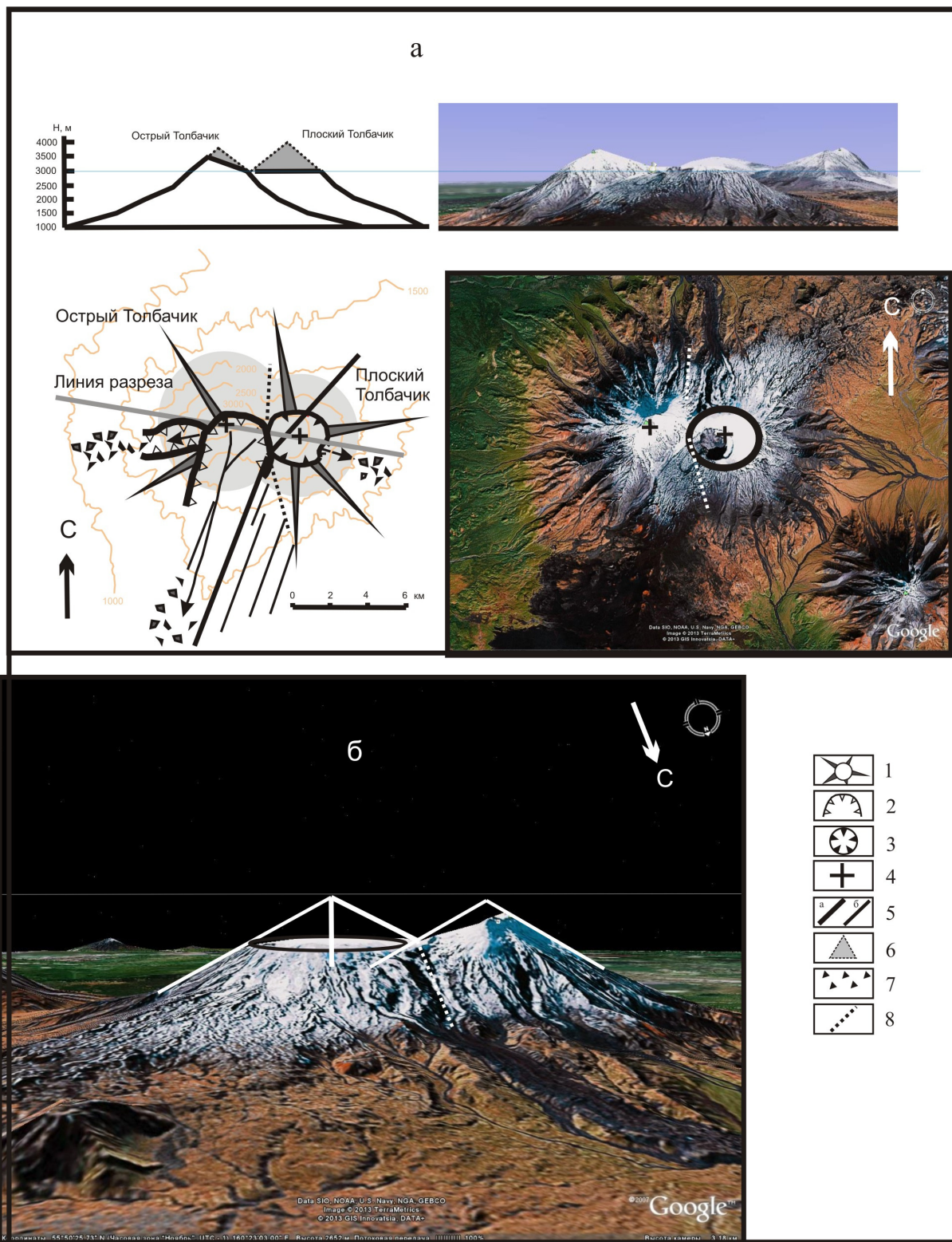


Рис. 1. Схема реконструкции построек стратовулканов Острый и Пlosкий Толбачики. а – гипсометрический профиль, б – геометрические построения. 1 – стратовулканы; 2 – обвальныи цирк; 3 – кальдера обрушения; 4 – виртуальные кратеры стратовулканов Острого и Пра-Пlosкого Толбачиков; 5 – разломы: главный (а), сопряженные (б); 6 – восстановленные фрагменты первичной архитектуры построек; 7 – обвальные отложения; 8 – геологическая граница стратовулканов Острого и Пра-Пlosкого Толбачиков.

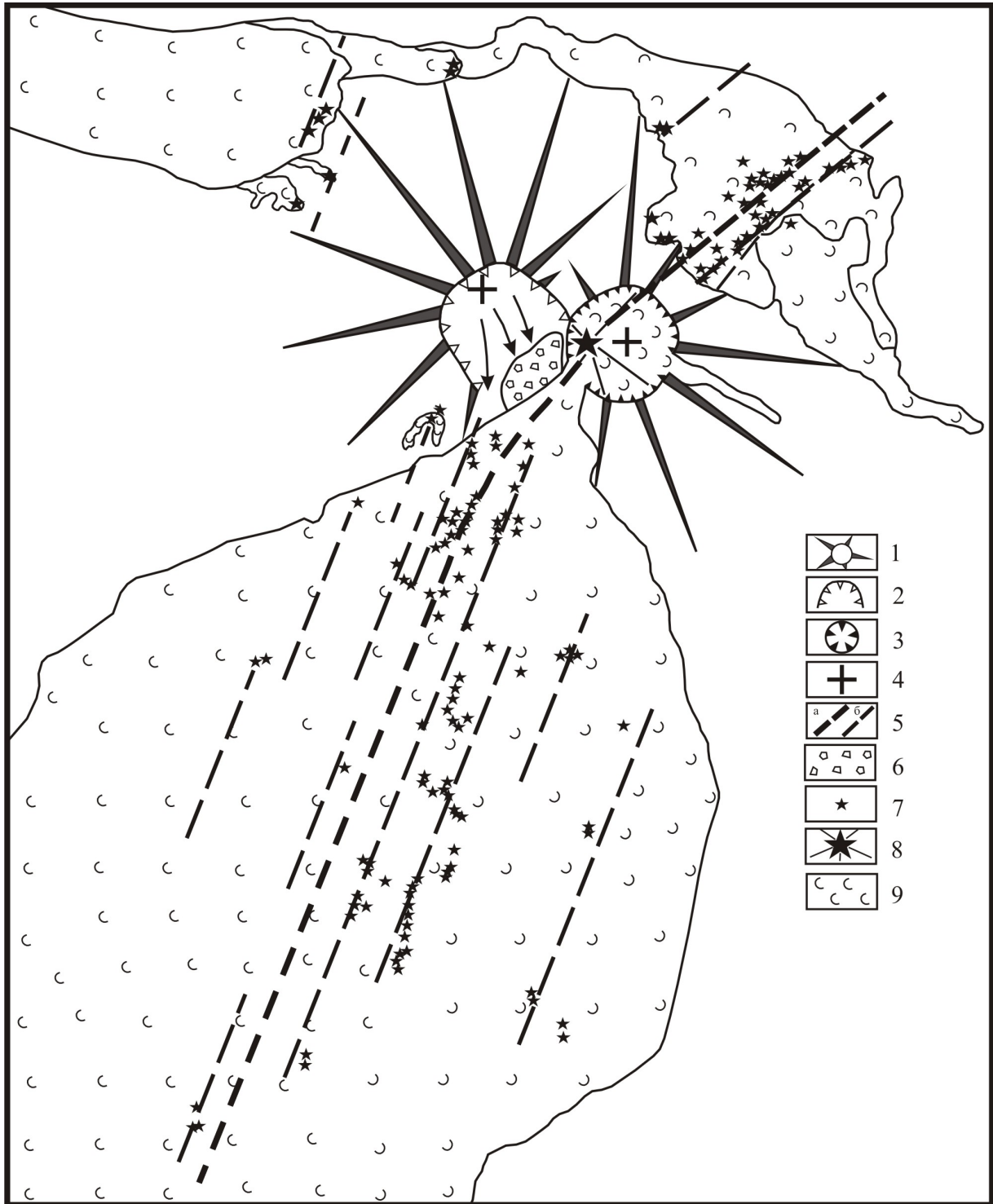


Рис. 2. Карта распространённости вулканитов 1-го этапа Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов. 1–5 см. рис. 1; 6 – моренные отложения; 7 – эруптивные центры извержений; 8 – щитовой вулкан в кальдере Плато Толбачика и его эруптивный центр; 9 – субщелочные глинозёмистые базальты лавовых излияний.

и длины области разгрузки магматического вещества на поверхности, эруптивные центры сосредотачиваются вдоль генерального магмоконтролирующего разлома и только южнее Плоского Толбачика. Это — этап контрастного вулканизма. Он знаменателен чередующимися и субсинхронными извержениями субщелочных глинозёмистых и магнезиальных базальтов. При этом, средняя интенсивность выноса вещества во втором этапе существенно больше ($24,6 \cdot 10^6$ т/год) с максимумом ($48 \cdot 10^6$ т/год) в интервале 2–1,5 тыс. л. н. Эруптивные центры извержений обеих типов базальтов, включая исторические, занимают единую структурную позицию, располагаясь на одном разломе независимо от их гипсометрического уровня и расстояния от современной кальдеры Плоского Толбачика (рис. 3, 4). Извержения базальтов контрастного состава происходили как из автономных, пространственно отделенных, эруптивных центров, так и из одного центра, с последовательностью поступления магм от магнезиальных составов к субщелочным глинозёмистым с промежуточными между ними разностями. Базальты промежуточного состава, которые представляют собой продукты смешения, изливались на заключительной стадии извержения Северного и начальной стадии Южного прорывов. Кроме того, подобные разности также отмечаются и в автономных проявлениях второго этапа вулканизма региональной зоны шлаковых конусов.

На диаграммах рис. 5 представлены соотношения MgO/Al_2O_3 и SiO_2 к сумме щелочей в породах стратовулканов и региональной зоны шлаковых конусов. Для базальтов БТТИ 1975–76 гг. привлечены только преобладающие составы, типичные для извержений Северного и Южного прорывов. Все другие базальты региональной зоны представлены всеми разновидностями, включая промежуточные разности, что выражается на диаграммах непрерывным полем. Судя по распределению фигуративных точек, породы стратовулканов и региональной зоны занимают разные позиции, что свидетельствует о различии их составов и, в первую очередь, по щёлочности и магний-алюминиевому отношению. На этом фоне резко отличным составом обладают магнезиальные базальты. Учитывая более молодой возраст стратовулкана Плоский Толбачик относительно такого Острого Толбачика, эволюция питающей их магмы проходила с тенденцией возрастания кремнекислотности. Изложенные факты позволяют предполагать поступление исходных магм из разных очагов, продуцирующих их, для вулканов центрального типа и трещинной зоны. Однако это не исключает вероятность взаимосвязи магм стратовулканов и субщелочных глинозёмистых с более глубоким источником, трансформирующимся в геологическом времени.

Суммируем изложенные выше факты и рассуждения: 1 — изменение геодинамической обстановки приводит к разрушению построек стратовулканов и образованию трещинной зоны, пересекающей

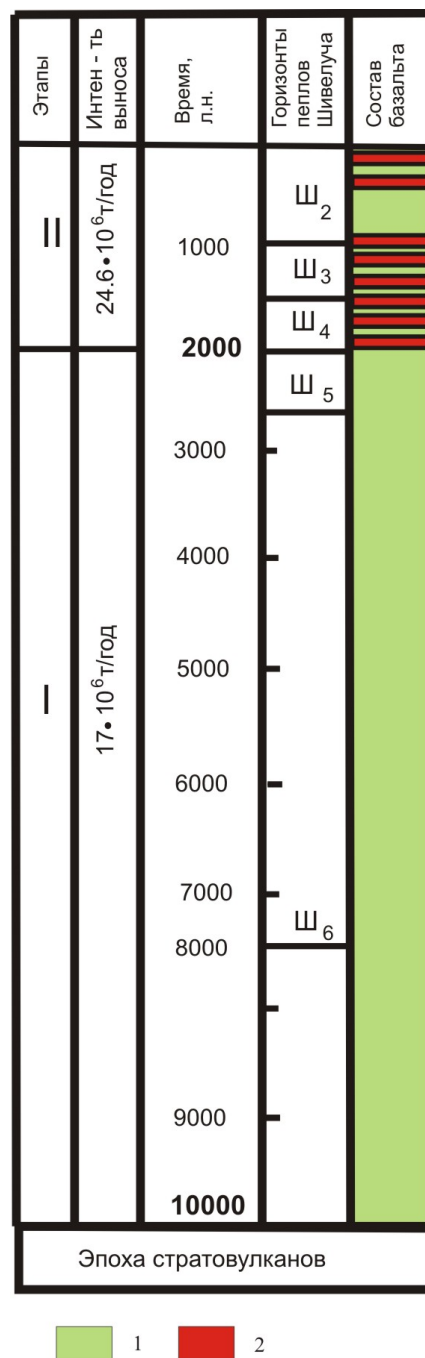


Рис. 3. Этапы формирования Толбачинского массива. 1 — субщелочные глинозёмистые базальты, 2 — магнезиальные базальты.

Пра-Плоский Толбачик; 2 — в кальдере Пра-Плоского Толбачика формируется щитовой вулкан с кратером, эксцентрично расположенным относительно прежнего; 3 — эруптивные центры всех извержений региональной зоны шлаковых конусов (включая извержение 2012–2013 гг.) расположены чётко в согласии с простираем главным питающего разлома на всём его протяжении; 4 — вещественные составы продуктов извержений стратовулканов и региональной зоны различаются. Не составляют исключения

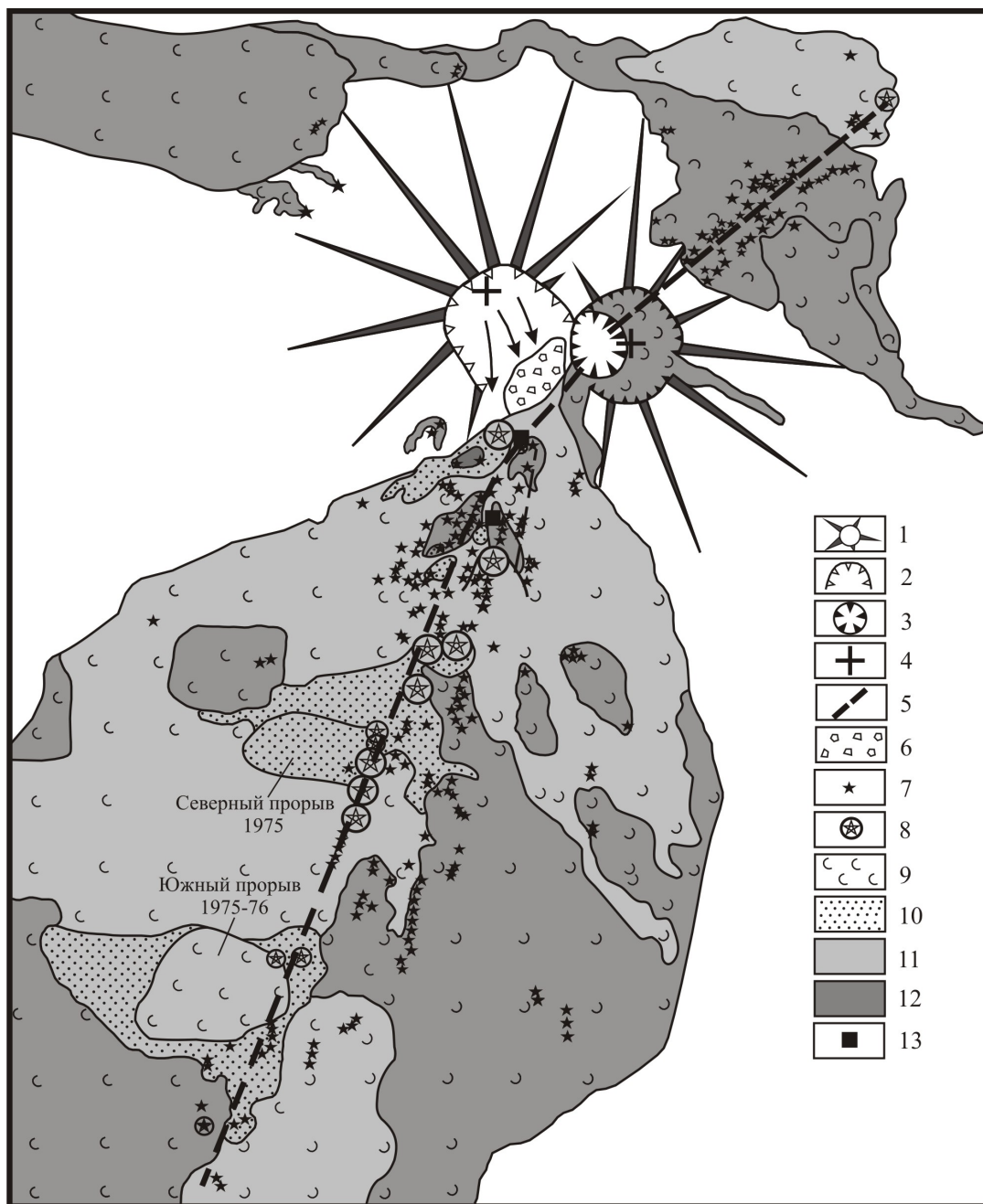


Рис. 4. Карта распространённости вулканитов 1-го и 2-го этапов Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов. 1-7 см. рис. 2; 8 — крупные шлаковые конусы; 9 — субщелочные глинозёмистые базальты; 10 — магнезиальные базальты; 11-1-й этап вулканизма; 12-2-й этап; 13 — эруптивные центры извержения 2012–2013 гг.

и прорывы извержения 2012–2013 гг., которые расположены на единой, линейной в плане, системе трещин длиной около 5 км, совпадающей с общим простиранием региональной зоны шлаковых конусов. При этом состав продуктов этого извержения подобен субщелочным глинозёмистым базальтам, характерным для всей истории формирования зоны и, в частности, для Южного прорыва БТТИ (рис. 5).

Приведённые факты достаточно убедительно свидетельствуют об относительной независимости и отсутствии прямого наследования вулканизма страто-

вулканов и наложенной зоны. В связи с этим, все голоценовые извержения района Толбачинских вулканов, включая таковые 1941 г., БТТИ 1975–1976 гг. и 2012–2013 гг., связаны с проявлением вулканизма типичного трещинного типа, а не являются побочными прорывами вулкана Плоский Толбачик. Аналогичная по характеру вулканическая деятельность сформировала вулканоструктуру массива Плоские Сопки, где на стратовулканы Ушковский и Крестовский наложилась позднеплейстоцен — раннеголоценовая региональная зона шлаковых конусов [5, 7].

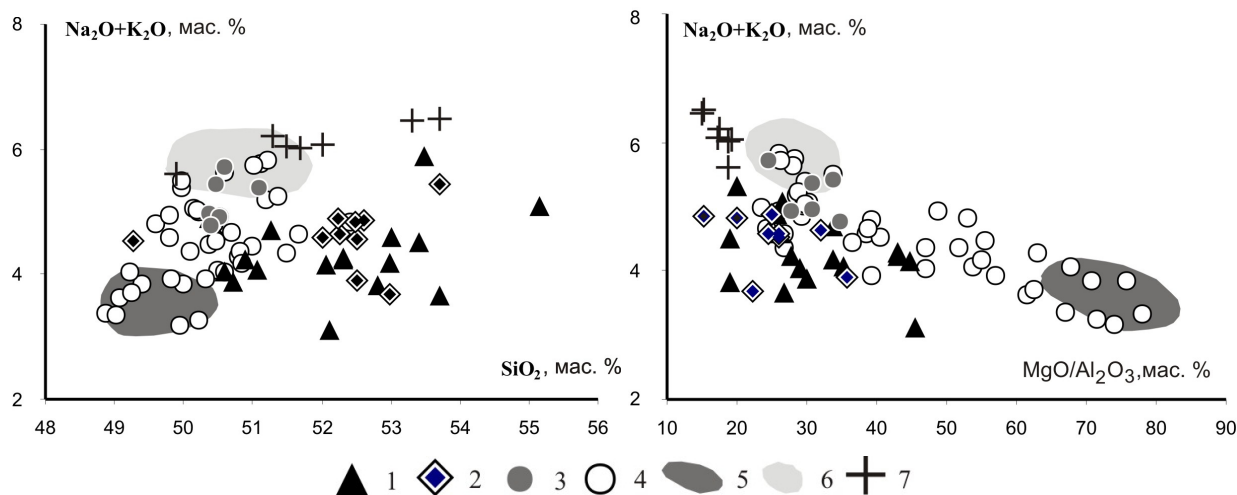


Рис. 5. Корреляционные диаграммы $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ (а) и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (б) для пород Толбачинского массива. 1, 2 – стратовулканы Острый Толбачик (1) и Плоский Толбачик (2); 3, 4 – вулканисты региональной зоны шлаковых конусов: 1-го этапа вулканизма (3), 2-го этапа (4); 5, 6 – базальты БТТИ 1975–1976 гг.: магнезиальные Северного прорыва, субщелочные глинозёмистые Южного прорыва; 7 – базальты извержения 2012–2013 гг. Данные для 1, 2 см таблицы и из [3, 8], для 3–6 из [1].

Таблица. Химические составы пород (мас. %) стратовулканов Острый и Плоский Толбачики.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ обр.	гф2403	гф2405	гф2404	гф2400	гф987	гф964	гф976	гф789	гф973	гф974	гф972
SiO_2	52,32	52,99	53,00	55,16	50,36	51,3	49,28	52,02	52,26	52,60	53,70
TiO_2	1,03	1,13	1,17	1,20	1,26	1,04	1,20	1,20	1,20	1,12	1,23
Al_2O_3	16,61	17,53	18,73	18,08	18,89	17,29	19,46	17,96	17,93	19,30	18,10
Fe_2O_3	2,46	2,96	2,64	2,24	4,55	4,82	4,90	3,13	4,44	7,55	8,05
FeO	6,87	6,18	6,64	6,23	5,49	3,72	5,37	6,52	5,17	0,53	0,61
MnO	0,16	0,15	0,18	0,14	0,20	0,17	0,22	0,2	0,14	0,15	0,17
MgO	7,16	5,92	4,94	4,78	4,86	5,83	5,06	4,67	5,73	2,92	3,52
CaO	9,00	8,52	8,3	6,64	8,50	9,55	9,84	9,13	7,95	9,48	7,96
Na_2O	2,92	2,92	3,15	3,38	3,60	3,28	3,28	3,13	3,41	3,67	4,06
K_2O	1,30	1,25	1,44	1,70	1,28	1,41	1,25	1,45	1,22	1,18	1,39
P_2O_5	0,21	0,24	0,25	0,26	0,29	0,30	0,27	0,38	0,02	0,20	0,27
сумма	100,04	99,79	100,44	99,81	99,28	98,67	100,13	99,79	99,47	98,70	99,06

Примечание. 1–6 – Острый Толбачик: СЗ потоки в р-не р. Студеной (1–4), ЮЗ гребень (5), ЮВ стенка обвального цирка (6); 7–11 – Плоский Толбачик: ЮВ склон (7, 9–11), СВ склон (8). Анализы выполнены в ИВиС ДВО РАН методом: мокрой химии (1–6, 7–9), рентгенофлуоресцентным (10, 11).

Список литературы

1. Большое трещинное Толбачинское извержение, Камчатка 1975–1976 гг. М.: Наука. 1984. 637 с.
2. Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Флёров Г. Б. и др. Голоценовый вулканизм Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов // Большое трещинное Толбачинское извержение, Камчатка 1975–1976 гг. М.: Наука. 1984. С. 177–222.
3. Ермаков В. А., Вадеевская А. А. Вулканы Острый и Плоский Толбачики // Бюл. Вулканол. станций. 1973. № 49. С. 36–43.
4. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука. 1974. 431 с.
5. Мелекесцев И. В., Краевая Т. С., Брайцева О. А. Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М.: Наука. 1970. 104 с.
6. Пийп Б. И. Ключевская сопка и её извержения в 1944–1945 гг. и в прошлом // Труды лаб. Вулканологии. 1956. вып. 11. 308 с.
7. Флёров Г. Б., Овсянников А. А. Вулкан Ушковский // Действующие вулканы Камчатки. М. Наука. 1991. Том. 1. С. 156–163.
8. Эрлих Э. Н. Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской провинции. М.: Наука. 1966. 277 с.