

**КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ**

СОСТАВ МЕГАКРИСТОВ И ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРВИЧНОГО РАСПЛАВА ПОРОД РИОЛИТ-БАЗАЛЬТОВОЙ АССОЦИАЦИИ ИСЛАНДИИ

© 2003 г. Н. С. Муравьева, В. Г. Сенин

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
119991 Москва ГСП-1 ул. Косыгина, 19*

Поступила в редакцию после доработки 13.06.2002 г.

Особенности геологического положения Исландии и строение земной коры, океанической по составу, но несколько повышенной мощности делают ее уникальным регионом для изучения процессов дифференциации базальтовой магмы. Магматизм Исландии представляет собой существенно мантийный магматизм с фиксируемой геофизическими исследованиями аномальной мантией. Среди четвертичных вулканитов Исландской рифтовой зоны выделяются две серии пород различной щелочности: толеитовая и щелочно-оливин-базальтовая [1, 2]. В кайнозойских щелочных базальтах в ассоциации с ксенолитами, как правило, встречаются мегакристы – крупные изолированные вкрапленники различных породообразующих минералов, среди которых наиболее обычны клинопироксен, оливин, ортопироксен, санидин и др. В Исландии, в отличие от других рифтовых зон и областей развития кайнозойского вулканизма с аномальной мантией неизвестны находки мантийных ксенолитов шпинелевых и гранатовых лерцолитов. Мегакристы (?) были обнаружены нами в различных по щелочности четвертичных базальтах западной и юго-западной частей Исландской рифтовой зоны: на полуострове Рейкьянес и Снайфедльснес. Каменный материал для настоящего исследования был собран А.И. Поляковым в 1982 г. во время работ Советской геологической экспедиции АН СССР.

или Q1), состав которых соответствует субщелочному оливиновому базальту (обр. 14066). Мегакристы плагиоклаза (размером до 1 см), клинопироксена и оливина (обр. 14092) отобраны в шлаках главного конуса кратера Итри на полуострове Рейкьянес. Они содержатся в оливиновом толеите (обр. 14091).

Состав пород, определенный рентгенофлуоресцентным методом, приводится в табл. 1. Базальты отличаются как по содержанию щелочей, так и по магнетиальности, однако все они имеют достаточно высокое значение $Mg\#$ (от 0.72 для оливинового толеита до 0.63 для щелочного оливинового базальта), что свидетельствует об их слабой дифференцированности. Состав мегакристов оливина, клинопироксена и плагиоклаза (табл. 1) был определен на рентгеноспектральном микроанализаторе "Сamebax microbeam". Мегакристы, согласно определению, неравновесны с основной массой породы [3]. Показателями равновесности считаются однородность состава и соответствие коэффициентов распределения различных химических элементов равновесным значениям этой величины. Мегакристы часто бывают достаточно однородны в отношении большинства элементов. Полученные нами результаты показывают, что отдельные мегакристы клинопироксена неоднородны в отношении элементов, помеченных звездочкой:

МЕГАКРИСТЫ

Мегакристы представляют собой крупные (от 3 мм до 3 см) хорошо ограненные кристаллы, отобранные из шлаковых конусов вулканов. Мегакристы клинопироксена (обр. 14062) отобраны из шлаков главного конуса, а мегакристы плагиоклаза, оливина и клинопироксена (обр. 14064) – в южной части лавового поля Будахраун на побережье океана, п-ов Снайфедльснес. Вмещающей породой для них является щелочной оливиновый базальт (обр. 12020). Мегакристы клинопироксена (обр. 14068), плагиоклаза и оливина (обр. 14069) отобраны на перевале Лонгубреккур дороги на Олатсвик в молодых серых базальтах (EQ

Клинопироксены

	14092	14068	14062(2)	14064(3)
Al ₂ O ₃	3.30–3.70	4.50–6.30*	4.80–5.90*	5.80–6.80*
TiO ₂	1.00–1.20	1.50–2.20*	1.13–1.63*	1.20–1.60*
Na ₂ O	0.50–0.47	0.47–0.52	0.37–0.46*	0.37–0.44*
Cr ₂ O ₃	0.02–0.00	0.01–0.01	0.25–0.23	0.49–0.30*
FeO	9.11–9.28	8.54–9.00	6.13–7.88*	6.75–6.74
MgO	14.02–14.05	14.04–13.02*	15.11–13.82*	14.50–14.43

Мегакристы клинопироксена из базальтов различной щелочности достаточно близки по составу. Однако содержание натрия в них несколько

Таблица 1. Состав мегакристов и вмещающих их базальтов Исландии

Компонент	14091	14066	12020	14092	14092	14069	14064	14092	14068	14064	14062	14092	14069	14064
	базальты			оливины				клинопироксены				плагиоклазы		
SiO ₂	47.02	46.79	45.32	39.42	39.80	37.80	38.70	50.2	49.03	48.58	49.38	56.17	53.99	48.75
TiO ₂	1.96	2.24	2.77					1.14	1.46	1.90	1.40			
Al ₂ O ₃	14.01	13.64	13.49					3.51	5.57	6.10	4.63	26.79	27.80	31.31
Fe ₂ O ₃	1.94	3.05	2.42											
FeO	8.41	8.41	10.32	17.46	10.97	27.94	21.59	9.21	8.81	7.13	6.85	0.34	0.44	0.55
MnO	0.18	0.20	0.22	0.25	0.17	0.62	0.30	0.34	0.25	0.13	0.16			
MgO	12.07	10.26	10.58	42.31	46.67	34.60	39.86	14.03	13.44	14.48	14.80	0.03	0.05	0.11
CaO	11.30	12.37	11.01	0.28	0.28	0.15	0.14	20.64	20.63	20.80	21.65	9.68	10.94	15.36
Na ₂ O	1.99	2.04	2.36					0.46	0.50	0.41	0.39	5.74	4.93	2.58
K ₂ O	0.49	0.77	0.87									0.32	0.54	0.16
H ₂ O ⁺	0.03	0.22	0.10											
Cr ₂ O ₃	0.074	0.057						0.01	0.01	0.26	0.36			
P ₂ O ₃	0.382	0.398	0.56											
Сумма	99.86	100.39	100.02	99.72	97.89	101.11	100.59	99.54	99.54	99.80	99.62	99.07	98.69	98.82
Mg#	0.722	0.687	0.627											

Примечание. Приведены средние значения состава мегакристов для каждой породы. Числа в верхней строке – номер образца.

Таблица 2. Состав мегакристов клинопироксена из базальтов Исландской рифтовой зоны и щелочных базальтов Оконойского вулканического поля (Токинский Становик, БРЗ)

Компонент	14092	14068	14064	14062	13975	13921	13996
SiO ₂	50.2	48.58	49.03	49.38	43.41	48.68	49.43
TiO ₂	1.14	1.90	1.46	1.40	4.34	1.60	1.56
Al ₂ O ₃	3.51	5.57	6.10	4.63	9.20	9.22	9.19
FeO*	9.21	8.81	7.13	6.85	7.63	5.98	6.65
MnO	0.34	0.25	0.13	0.16	0.10	0.14	0.13
MgO	14.03	13.44	14.48	14.80	10.88	14.89	13.77
CaO	20.64	20.63	20.80	21.65	23.47	17.92	18.10
Na ₂ O	0.46	0.50	0.41	0.39	0.55	1.27	1.75
K ₂ O	0	0	0	0	0.04	0	0
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.26	0.36	0.07	0.05	0.01
Сумма	99.54	99.54	99.80	99.62	100.04	99.95	100.59

Примечания. Числа в верхней строке – номер образца: 14092, 14068, 14064, 14062 – Исландия; 13975, 13921, 13996 – Оконойское вулканическое поле, Токинский Становик (БРЗ).

* Железо в пересчете на FeO.

выше в толеитовом и субщелочном базальте, чем в щелочном оливиновом базальте. Клинопироксены из щелочного оливинового базальта характеризуются также повышенным содержанием хрома и алюминия по сравнению с клинопироксенами из базальтов пониженной щелочности.

Клинопироксен является наиболее часто встречающейся разновидностью мегакристов. Сопос-

тавление результатов, полученных в настоящей работе для Исландии, с составом типичных мегакристов из щелочных базальтов Байкальской рифтовой зоны (Токинского Становика), где они встречаются вместе с мантийными ксенолитами (табл. 2) показывает, что по содержанию натрия, титана и хрома они близки между собой, тогда как содержание алюминия в Байкальских мегакристаллах более высокое.

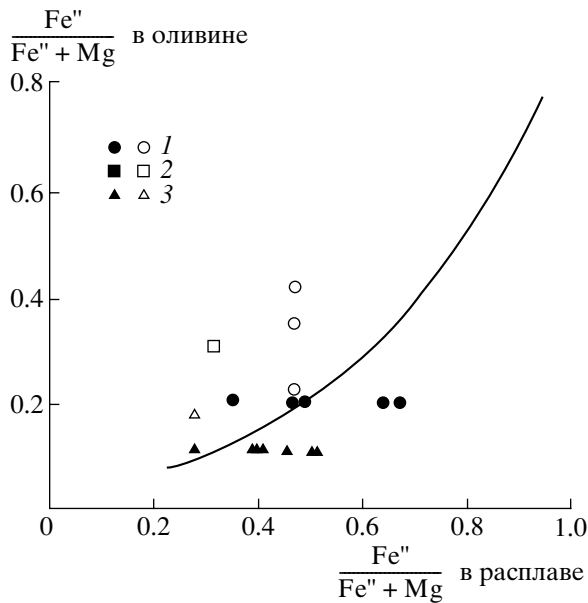


Рис. 1. Соответствие железо-магниевого отношения в оливинах и расплавах. Пустыми значками показано соотношение $Fe/(Fe + Mg)$ в мегакристах оливина и расплавах, по составу соответствующих вмещающей породе. Заштрихованными значками – соотношение $Fe/(Fe + Mg)$ для оливинов и остаточных расплавов (стекло) из содержащихся в них расплавных включений. 1 – щелочной оливиновый базальт, 2 – субщелочной базальт, 3 – толеитовый базальт. Кривая равновесия “оливин–расплав” по данным [4].

Равновесность оливинов может быть оценена на примере распределения железа и магния между кристаллами и расплавом (рис. 1). Значение коэффициента распределения железа и магния для равновесия между оливином и расплавом базальтового состава равно 0.3 [4]. В *толеитовом базальте* состав оливинов непостоянен. Более мелкие зерна, содержащие раскристаллизованные расплавные включения, равновесны с расплавом, соответствующим по составу породе в целом. Два крупных кристалла обнаруживают более железистый состав ($Fa_{21.5}$). В *субщелочном базальте* оливинов более железистый (Fa_{31}), чем в толеитовом и неравновесен с расплавом, по составу соответствующим породе в целом (рис. 1). Состав оливина из *щелочного оливинового базальта* колеблется в интервале $Fa_{21}-Fa_{42}$, причем в равновесии с основной массой породы находится более магнезиальный оливин, содержащий расплавные включения.

Состав плагиоклазов изменяется от An_{79} в щелочном оливиновом базальте до An_{44} в толеитовом, т.е. основность плагиоклазов обратно коррелирует со щелочностью вмещающей породы. Плагиоклазы неоднородны в каждой породе в пределах 2–3% An -молекулы.

В некоторых мегакристах содержатся твердофазовые включения: оливина в плагиоклазах, клинопироксена и оливина в плагиоклазах и клинопироксенах из щелочного оливинового базальта (обр. 14064); магнетита в плагиоклазах (обр. 14069). По всей вероятности, некоторые из твердофазовых включений были захвачены кристаллами в процессе роста из расплава, тогда как другие представляют собой полностью раскристаллизованные расплавные включения.

РАСПЛАВНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

В оливинах из толеитового (обр. 14092) и щелочного оливинового (обр. 10464) базальтов, а также клинопироксенах (обр. 14064) были обнаружены частично раскристаллизованные расплавные включения, содержащие клинопироксен, плагиоклаз, магнетит, ильменит, хромшпинелид, сульфид, остаточное стекло и газ (рис. 2). Состав остаточных стекол (табл. 3) закономерно изменяется в зависимости от содержащихся во включениях твердых фаз. Наибольшей дифференцированностью отличаются составы стекол из включений, содержащих клинопироксен и шпинелид в оливинах щелочного оливинового базальта (рис. 3). Для сравнения на диаграммах приведены составы первичных расплавов для толеитовой и щелочно-оливин-базальтовой серий Исландии по данным [5, 6]. Как видно из графиков, стекла из включений в изученных мегакристах оливина отвечают по составу расплавам, существенно отличающимся от первичного. Наибольшие различия отмечаются по содержанию магния, что свидетельствует о предшествующем фракционировании оливина. На кривой равновесия “оливин–расплав” (рис. 1) показано соответствие железо-магниевого отношения в оливинах и расплавах. В качестве расплава для оливинов, содержащих частично раскристаллизованные расплавные включения, показаны составы остаточных стекол. Для мегакристов оливина без расплавных включений в качестве расплава рассматривался состав вмещающей породы.

Составы кристаллических фаз, содержащихся в расплавных включениях, “минералов-узников”, приведены в табл. 4. Сопоставление данных по составу одноименных минералов-узников и мегакристов показывает, что по степени “дифференцированности” они могут различаться как в одну, так и в другую сторону. Так, например, в толеитовом базальте плагиоклаз из включений более основной по составу, чем плагиоклаз мегакристов, а в щелочном оливиновом базальте наоборот. Клинопироксен из включений в толеитовом базальте несколько менее “дифференцирован”, чем клинопироксен мегакристов, а в щелочном оливиновом базальте более ранним оказывается клинопироксен мегакристов. Для щелочного базальта

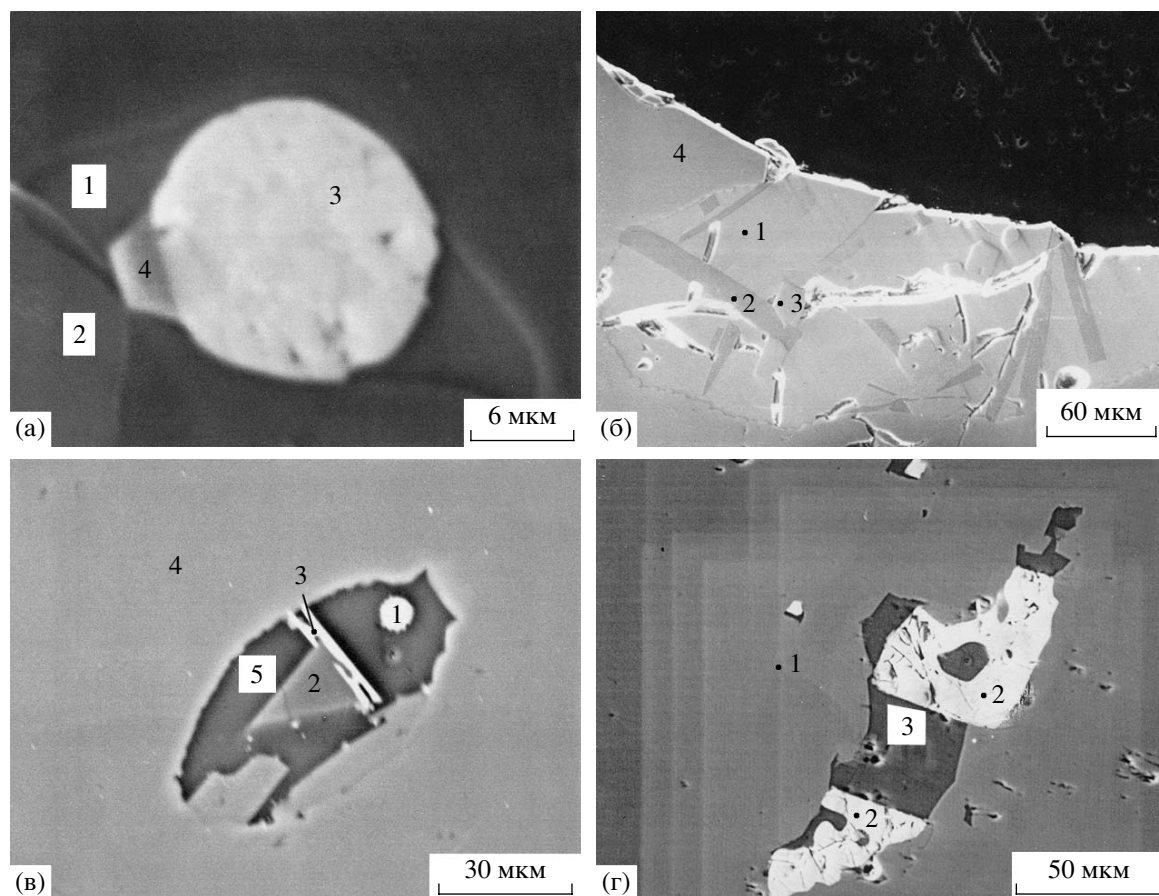


Рис. 2. Расплавные включения в оливинах, изображения во вторичных электронах. а – Включение в оливине из толеитового базальта (обр. 14092). 1 – стекло; 2 – оливин; 3 – сульфид; 4 – шпинель. б – включение в оливине из толеитового базальта (обр. 14092). 1 – стекло; 2 – плагиоклаз; 3 – клинопироксен; 4 – оливин. Волнистый край включения – оливин. в – Включение в оливине из щелочного оливинового базальта (обр. 14064). 1 – сульфид; 2 – клинопироксен, 3 – ильменит; 4 – оливин; 5 – стекло. Светлая кайма по краю включения – оливин. г) Включение в клинопироксене из щелочного оливинового базальта (обр. 14064). 1 – клинопироксен; 2 – шпинелид; 3 – стекло.

состав оливинов-включений в плагиоклазе несколько более магнезиальный ($Fa_{18}-Fa_{19}$), чем оливинов мегакристов ($Fa_{21}-Fa_{42}$). В результате проведенного анализа можно представить себе следующую последовательность кристаллизации мегакристов:

толеитовый базальт: $Ol \rightarrow Cpx \rightarrow Pl$

щелочной оливиновый базальт: $Pl \rightarrow Cpx \rightarrow Ol$.

Составы пород и остаточных стекол в раскристаллизованных расплавных включениях проиллюстрированы на диаграмме “AFM” (рис. 4), где для сравнения показаны область составов пород риолит-базальтовой ассоциации Исландии. Тренды изменения состава остаточных стекол, как показали полученные нами результаты, в целом соответствуют трендам эволюции расплава в породах толеитовой и щелочно-оливин-базальтовой серий Исландии, а составам конкретных стекол существуют аналоги среди дифференцированных разностей эффузивных пород (табл. 5).

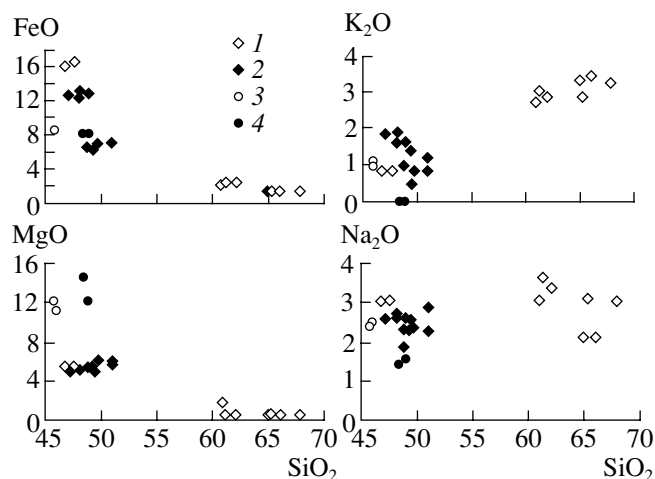


Рис. 3. Тренды изменения состава стекол в раскристаллизованных расплавных включениях из оливинов щелочного оливинового (1) и толеитового (2) базальтов. Составы первичных расплавов для щелочно-оливин-базальтовой (3) и толеитовой (4) серий Исландии по данным [5, 6].

Таблица 3. Составы остаточных стекол из раскристаллизованных расплавных включений в оливинах

Компонент	Щелочной оливиновый базальт (обр. 14064)									Оливиновый толеит (обр. 14092)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	46.80	47.57	67.90	60.95	65.99	65.01	65.23	61.23	62.02	51.00	49.70	48.80
TiO ₂	3.74	3.87	0.50	1.17	0.48	0.35	0.61	0.39	0.69	2.62	2.40	2.40
Al ₂ O ₃	12.85	12.94	20.51	19.98	20.97	21.77	21.01	21.87	21.94	14.96	15.28	15.89
FeO*	15.96	16.45	1.39	2.13	1.46	1.53	1.52	2.49	2.49	7.02	6.70	6.60
MgO	5.37	5.49	0.38	1.77	0.38	0.41	0.50	0.38	0.43	6.12	6.10	5.35
CaO	10.36	10.92	1.95	5.32	2.13	2.54	2.81	3.50	3.95	14.60	14.43	14.43
Na ₂ O	2.93	2.95	2.94	2.95	2.02	2.06	3.00	3.52	3.26	2.20	2.24	1.82
K ₂ O	0.84	0.85	3.26	2.74	3.46	3.33	2.89	3.07	2.90	0.88	0.85	0.98
Сумма	98.84	101.06	98.83	97.01	96.89	96.99	97.58	96.45	97.67	99.40	98.00	96.27
Компонент	Оливиновый толеит (обр. 14092)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	48.14	48.85	49.38	49.38	50.94	48.16	47.12	48.84	51.00	49.70	48.80	48.78
TiO ₂	3.43	3.46	4.60	5.66	2.20	3.58	3.55	1.96	2.62	2.40	2.40	3.98
Al ₂ O ₃	13.58	13.47	15.80	16.18	16.19	13.63	13.68	17.67	14.96	15.28	15.89	15.86
FeO*	12.66	12.81	6.35	6.46	7.21	12.94	12.62	8.06	7.02	7.00	6.60	6.70
MgO	5.05	5.27	5.43	4.96	5.66	5.16	4.96	5.47	6.12	6.10	5.35	5.27
CaO	10.90	10.82	13.19	14.59	13.41	10.07	10.56	11.93	14.59	14.43	14.43	15.02
Na ₂ O	2.58	2.53	2.42	2.21	2.77	2.51	2.48	2.26	2.20	2.24	1.82	2.13
K ₂ O	1.62	1.64	1.40	0.47	1.19	1.87	1.83	0.98	0.87	0.85	0.98	1.05
Сумма	97.57	98.86	98.58	99.91	99.57	97.91	96.79	97.13	99.40	98.00	96.27	98.80

* Железо в пересчете на FeO.

Примечание. В расплавных включениях содержатся следующие фазы: 1, 2 – *Pl, Mt, Ol*; 3, 4, 5, 6 – *Cpx*; 7 – *Sp*; 8, 9 – *Cpx, Ilm, Sfd*; 10 – гомогенное, 11, 12 – газовый пузырек; 13, 14 – *Pl, Cpx*, 15 – гомогенное; 16 – *Sfd, Sp*; 17 – гомогенное; 18, 19 – *Pl*; 20 – газовый пузырек; 21, 22 – газовый пузырек; 23, 24 – газовый пузырек.

Изменение состава расплава во включениях происходит за счет кристаллизации минералов-узников, поэтому расплавные включения можно рассматривать в качестве микромоделей промежуточной магматической камеры. Этот процесс в некоторой степени аналогичен кристаллизации базальтовой магмы в промежуточном очаге. Изучение условий кристаллизации вкрапленников и генезиса пород риолит-базальтовой ассоциации Исландии [2] показало, что средние и кислые расплавы могли быть образованы в результате кристаллизационной дифференциации базальтовой магмы. Сходство трендов составов остаточных стекол во включениях и пород риолит-базальтовых серий Исландии иллюстрирует реальность предложенной ранее [2] модели фракционной кристаллизации для образования дифференциатов среднего и кислого состава.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ – ОБРАЗОВАНИЕ МЕГАКРИСТОВ В РИФТОГЕННЫХ БАЗАЛЬТАХ ИСЛАНДИИ

Генезис мегакристов обычно связывают с глубинной дифференциацией базальтовой магмы. Они образуются в результате высокобарной кристаллизации в “сухих” условиях либо в присутствии летучих компонентов в процессе мантийного метасоматоза [3]. Ранее для пород риолит-базальтовых серий Исландии нами были оценены условия кристаллизации фенокристов и рассчитана модель фракционной кристаллизации базальтовых магм [2]. Было показано, что кристаллизация вкрапленников в базальтах проходила в *P-T*-условиях близких к верхней мантии Исландской рифтовой зоны. Особенности состава изученных в настоящей работе базальтов свидетельствуют о весьма низкой степени дифференцированности

Таблица 4. Состав минералов из включений в оливинах, клинопироксенах и плагиоклазах в четвертичных базальтах Исландской рифтовой зоны

Компонент	Плагиоклазы					Шпинелиды			
	14092	14092	14092	14064	14064	14064	14064	14064	14092
SiO ₂	52.98	52.37	50.87	54.17	53.47	0.12	0.22	0.05	0.16
TiO ₂	0.12	0.14	0.22	0.09	0.21	0.33	13.17	10.73	10.51
Al ₂ O ₃	27.92	28.72	29.73	29.96	30.23	62.97	6.74	13.25	28.13
FeO*	0.87	0.95	1.05	0.90	1.03	17.81	34.26	35.36	18.75
Fe ₂ O ₃ **						1.55	34.21	35.48	13.99
MgO	0.31	0.33	0.34	0.16	0.14	15.63	6.30	5.01	17.34
CaO	13.20	13.96	13.66	13.55	13.85	0.02	0.32	0.14	0.01
Na ₂ O	3.65	3.49	3.44	3.67	3.57	0.02	0.00	0.00	0.01
K ₂ O	0.31	0.27	0.29	0.18	0.18	0.01	0.03	0.00	0.01
Cr ₂ O ₃	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0.11	4.28	0.58	10.12
Сумма	99.37	100.2	99.60	102.73	102.69	98.58	99.87	101.21	99.16

Компонент	Пироксены					Оливины			
	14092	14092	14064	14064	14064	14064	14064	14064	14064
SiO ₂	50.16	49.44	40.84	41.25	40.97	40.78	40.12	39.60	
TiO ₂	1.91	2.65	5.73	4.84	5.55	4.64	0.04	0.03	
Al ₂ O ₃	4.32	5.82	12.21	13.90	12.19	12.20	0.03	0.04	
FeO*	7.16	7.85	8.83	7.21	9.81	9.67	18.74	18.73	
MgO	14.98	13.18	9.46	9.51	9.03	8.68	39.37	39.60	
CaO	21.71	21.84	20.74	21.80	21.35	21.55	0.38	0.39	
Na ₂ O	0.26	0.35	0.58	0.56	0.64	0.58	0.02	0.00	
Cr ₂ O ₃	0.16	0.26	0.01	0.00	0.02	0.03	0.06	0.02	
Сумма	100.51	101.1	98.43	99.06	99.59	98.23	99.08	98.93	

* Железо в пересчете на FeO.

** Fe₂O₃ рассчитано по стехиометрии.

расплавов, из которых они были образованы (т.е. об их “мантийности”). Магнезиальность ($Mg\#$) двух толеитовых базальтов из различных районов рифтовой зоны (обр. 14091 п-ов Рейкьянес и обр. 11898 – Тейстарейкир) соответствует 0.72. Содержание хрома в породе (обр. 11898) достаточно высоко (520 ppm), что близко к содержанию в оливиновом толеите Рейкьянеса (503 ppm) и щелочном оливиновом базальте Снайфедльснеса (580 ppm).

Сходство составов изученных клинопироксенов Исландии и типичных мегакристаллов из кайнозойских щелочных базальтов Байкальской рифтовой зоны позволяет предполагать близкие условия их формирования. Количественно оценить P – T -параметры формирования мегакристаллов затруднительно из-за их изолированности друг от друга и от вмещающих пород и отсутствия надежных одноминеральных геотермометров. Тем не менее, по нашему мнению, некоторые

особенности состава клинопироксенов в базальтах различной щелочности отражают различия в их условиях формирования. Проведенные ранее различными расчетными и экспериментальными методами оценки условий образования фенокристов показали, что для толеитового базальта п-ва Рейкьянес глубина образования вкрапленников минимальная (2.5–3 кб) [5], для вкрапленников из щелочного оливинового базальта – 4–6 кб [6, 7] и максимальные значения этой величины – 10 кб были получены для высокомагнезиального толеитового базальта из р-на оз. Миватн-Тейстарейкир [7]. Более высокое содержание Cr₂O₃ (до 0.36%) в клинопироксенах из щелочного оливинового базальта п-ва Снайфедльснес, чем в клинопироксенах из толеитового базальта п-ва Рейкьянес (0.01%), по-видимому, соответствует большей глубине их образования. В изученных ранее клинопироксенах из высокомагнезиального толеитового базальта р-на оз. Миватн-Тейстарейкир

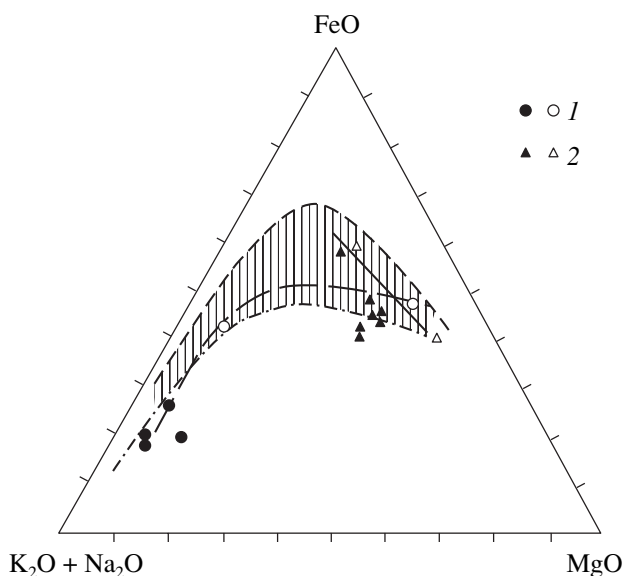


Рис. 4. Составы стекол из включений в оливинах на диаграмме AFM (щелочи–железо–магний). Штриховыми линиями показана область изменения состава пород риолит-базальтовой ассоциации Исландии по [1]: 1 – щелочной оливиновый базальт; 2 – толеитовый базальт. Пустые значки – состав пород; заштрихованные – состав стекол.

(обр. 11898) содержание Cr_2O_3 достигает уровня содержания в клинопироксенах из мантийных ксенолитов – 1.33% [8]. Различие в хромистости клинопироксенов, вероятно, связано с различием

Таблица 5. Состав стекол из раскристаллизованных расплавных включений в мегакристаллах и дифференцированных разностей пород риолит-базальтовой ассоциации Исландии

Компонент	1	2	3	4
SiO_2	48.50	47.76	61.63	61.24
TiO_2	3.44	4.07	0.54	1.10
Al_2O_3	13.53	14.42	21.91	16.15
FeO^*	12.73	12.30	2.49	6.90
MgO	5.16	4.92	0.40	1.37
CaO	10.86	9.10	3.73	3.78
Na_2O	2.55	3.29	3.99	4.85
K_2O	1.63	1.38	2.98	2.96
Сумма	98.40	98.62	97.06	98.35
Mg\#	0.45	0.44	0.24	0.24

Примечания. 1 – остаточное стекло из раскристаллизованного расплавного включения с клинопироксеном и плагиоклазом в оливине из толеитового базальта; 2 – дифференциат толеитовой серии (обр. 14084); 3 – остаточное стекло из раскристаллизованного включения в оливине с клинопироксеном и шпинелидом из щелочного оливинового базальта; 4 – дифференциат щелочно-оливино-базальтовой серии (обр. 14083).

* Железо в пересчете на FeO .

в давлении и глубине кристаллизации. Глубина кристаллизации мегакристов клинопироксена из субщелочного оливинового базальта Лонгубрекур, по-видимому, невелика и близка к глубине кристаллизации клинопироксена из оливинового толеита п-ва Рейкьянес ($P = 2.5\text{--}3$ кб).

Повышенная железистость отдельных мегакристов свидетельствует о том, что они кристаллизовались из расплавов более дифференцированного состава, чем расплав, отвечающий по составу породе в целом. Такие условия, по-видимому, могли реализоваться в верхних частях магматического очага. Эти мегакристы могли быть захвачены расплавом при подъеме базальтовой магмы и в процессе извержения вынесены на земную поверхность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучен состав мегакристов клинопироксена, оливина и плагиоклаза из четвертичных базальтов Исландской рифтовой зоны. Присутствие расплавных включений в мегакристаллах свидетельствует об их первично-магматическом генезисе. Условия кристаллизации мегакристов различны для пород различной щелочности. Наибольшая глубина образования характерна для клинопироксенов из щелочного оливинового базальта. Показано, что мегакристы клинопироксена Исландии близки по составу к типичным мегакристаллам из щелочных базальтов Байкальской рифтовой зоны (Токинского Становика), ассоциирующих с мантийными ксенолитами. Часть мегакристов оливина кристаллизовались из более дифференцированного расплава, чем расплав, соответствующий по составу породе в целом. Сходство составов остаточных стекол в расплавных включениях в оливинах и пород базальт-андезит-риолитовых серий Исландии свидетельствует о возможности образования дифференциатов среднего и кислого состава в результате процессов фракционной кристаллизации базальтовой магмы.

Авторы выражают благодарность О.А. Луканину за внимательное прочтение рукописи статьи и сделанные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.И. Герасимовский, А.И. Поляков. Исландия и Срединно-океанический хребет. Т. III. Геохимия и петрология. М., 1978.
2. Поляков А.И., Муравьева Н.С. Дифференцированные риолит-базальтовые серии Исландии и происхождение кислых эффузивов: модель фракционной кристаллизации // Геохимия. 1981. № 9. С. 1362.
3. Irving A.J., Frey F.A. Trace element abundances in megacrysts and their host basalts: constraints on parti-

- tioning coefficients and megacrysts genesis // *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 1984. V. 48. № 6. P. 1201–1221.
4. *Roeder P.L., Emslie R.F.* Olivine-liquid equilibrium // *Contribs Mineral. and Petrol.* 1970. V. 29. № 4. P. 275.
 5. *Гуренко А.А., Соболев А.В., Кононкова Н.Н.* Петрология первичного расплава рифтогенных толеитов полуострова Рейкьянес (Исландия) // *Геохимия*. 1990. № 8. С. 1137–1150.
 6. *Гуренко А.А., Соболев А.В., Кононкова Н.Н.* Щелочные рифтогенные базальты Исландии: новые данные по петрологии // *Геохимия*. 1990. № 8. С. 1262–1274.
 7. *Муравьева Н.С., Поляков А.И.* Глубина выплавления и кристаллизации вкрапленников рифтогенных базальтов Исландии. Тезисы VII Семинара по геохимии магматических пород. М., 1981. С. 50.
 8. *Муравьева Н.С., Ильин Н.П., Кононкова Н.Н.* Коэффициенты распределения никеля и хрома в породах риолит-базальтовой ассоциации Исландии // *Геохимия*. 1979. № 1. С. 61.