

ГАЛОГЕНЫ В ГАББРО-НОРИТАХ КУСИНСКОЙ И КОПАНСКОЙ ИНТРУЗИЙ И ИХ РОЛЬ В ПЕТРО- И РУДОГЕНЕЗЕ

Т. Д. Бочарникова

Кусинская интрузия сложена габбро-норитами и расслоенными габброидами, среди которых на разных гипсометрических уровнях залегают пласты сплошных магнетит-ильменитовых руд. Эта интрузия представляет собой северную часть протяженной полосы габброидов, формирование которой происходило во время раскрытия среднерифейского Кувашско-Машакского рифта [4]. Кусинское месторождение состоит из двух блоков, северного и южного. В северном блоке разрез интрузии представлен измененными габбро-норитами, амфиболовым габбро в сочетании с расслоенными габброидами; в южном блоке наряду с этими породами присутствуют совершенно свежие габбро-нориты.

На рентгеновском микроанализаторе JXA-5 исследовано распределение галогенов в апатите из двух типов габбро-норитов (южный блок месторождения). Первый – это визуально совершенно свежие габбро-нориты и второй тип – это изменен-

ные габбро и габбро-нориты, расположенные вблизи крупного пластообразного рудного тела. Последние сохранили теньевую структуру габбро и габбро-норита и сложены вторичными минералами в переменных количествах (плагиоклаз, скаполит, амфибол, ставролит).

В свежих габбро-норитах апатиты по составу галогенов разбиты на 3 группы. В первой группе отношение Cl/F составляет 4.6–10.7, апатиты содержат повышенное содержание хлора 1.4–1.9% Cl и 0.14–0.38% F. Вторая группа имеет отношение Cl/F 1.3–1.7 с умеренными содержаниями хлора 1.3–1.5% Cl и повышенным количеством фтора 0.7–1.1% F. Третья группа – апатиты с отношением Cl/F 0.53–0.55 характеризуются наиболее высокими концентрациями фтора 1.7–1.8% F и пониженными содержаниями хлора 0.9–1.0% Cl (табл. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что апатиты с минимальными содержаниями F и максимальными

Таблица 1. Содержание Cl, F в апатите из габбро-норитов Кусинской интрузии (мас. %)

№ п/п	Размер, форма, позиция апатита	Cl	F	Cl/F
Свежий габбро-норит				
<i>Группа I – апатит с повышенным хлором</i>				
1	Мелкое зерно в плагиоклазе, n = 4	1.50	0.14	10.71
2	Крупное зерно в сростании с пироксеном, n = 7	1.86	0.29	6.41
3	Крупное зерно в плагиоклазе, n = 7	1.89	0.32	5.90
4	Небольшое зерно в интерстиции между амфиболом и плагиоклазом, n = 5	1.61	0.35	4.60
5	Мелкое зерно в амфиболе, n = 3	1.78	0.38	4.70
6	Небольшое зерно в интерстиции между зернами плагиоклаза, n = 5	1.43	0.23	6.22
<i>Группа II – промежуточная</i>				
7	Мелкое зерно в плагиоклазе, n = 3	1.30	0.84	1.55
8	Крупное, изометричной формы зерно в плагиоклазе на границе с амфиболом, n = 7	1.52	1.16	1.31
9	Крупное, таблитчатой формы зерно на границе между плагиоклазом и амфиболом, n = 4	1.47	0.97	1.51
10	Небольшое зерно таблитчатой формы на границе между зернами амфибола, n = 8	1.29	0.76	1.70
<i>Группа III – апатит с повышенным фтором</i>				
11	Крупное зерно в интерстиции между рудным и плагиоклазом, n = 8	1.00	1.80	0.55
12	Мелкое зерно в плагиоклазе, n = 3	0.89	1.68	0.53
Измененный габбро-норит				
13	Мелкое зерно апатита, n = 5	1.34	0.59	2.27
14	Агрегат зерен, n = 5	2.02	0.58	3.48
15	Крупный линзовидной формы агрегат зерен, n = 9	1.74	0.65	2.68
16	–", n = 5	2.01	0.66	3.04
17	–", n = 3	1.56	0.56	2.78
18	Большое зерно неправильной формы, n = 6	1.40	1.25	1.12
19	Большое скопление зерен апатита, n = 6	1.31	1.04	1.26
20	Крупное зерно в сростании со ставролитом, n = 7	1.34	1.12	1.20

Примечание. 1–12 – неизменный габбро-норит (1,7 – шахта Центральная, горизонт 166, обр. 6-А-69); 13–20 – измененный габбро-норит, вблизи крупного рудного пласта (обр. кс-101, кс-102); n – количество анализов.

Таблица 2. Содержание Cl, F в амфиболе и ставролите из габбро-норитов Кусинского массива (мас. %)

№ п/п	Характеристика амфибола, ставролита	Cl	F
<i>Габбро-норит</i>			
1	Амфибол темно-зеленый, n = 4	0.04	0.04
<i>Измененный габбро-норит</i>			
2	Амфибол темно-зеленый, n = 5	0.37	0.05
3	—, n = 4	0.38	0.04
4	Амфибол темно-зеленый с рудной сыпью, n = 5	0.31	0.04
5	Амфибол зеленый, n = 7	0.30	0.03
6	Амфибол темно-зеленый, n = 5	0.25	0.05
7	Ставролит, n = 4	0.38	0.03
8	Ставролит, n = 6	0.19	0.05

Примечание. 1 – неизменный габбро-норит (обр. кс-79), 2–8 – вблизи крупного рудного пласта (обр. кс-101, обр. кс-102), n – количество анализов.

Cl представлены, в основном, включениями в плагиоклазе. Апатиты второй группы представлены крупными изоморфными зернами, тяготеющими к амфиболу. Апатиты третьей группы обнаруживают связь с рудными минералами.

Апатиты из измененных габброидов вблизи рудного тела по величине концентраций Cl близки апатитам I и II групп из свежих габбро-норитов. По соотношению Cl и F они разделяются на две группы. Одни из них с наиболее высокими содержаниями Cl (1.34–2.02%) и пониженным F (0.56–0.66%) чаще образуют агрегат мелких зерен. Вторые, имеющие пониженное содержание Cl (1.3–1.4%) и повышенное F (1.0–1.25%), представлены более крупны-

ми зернами, некоторые из них образуют сростания с другими поздними гидроксилсодержащими минералами (ставролит и др.). В целом, околорудные габброиды обогащены апатитом, который образует крупные неправильной формы, а также линзовидные скопления зерен, что отражается в повышенном содержании в этих породах фосфора – 0.3% P₂O₅, против 0.05% P₂O₅ – в свежем габбро.

Для околорудно-измененных габброидов характерно и то, что в таких гидроксилсодержащих минералах, как амфибол и ставролит, отмечается повышенное содержание хлора. Так, в амфиболе и ставролите из этих пород содержание хлора составляет 0.20–0.38% Cl, амфибол из свежего габбро-норита практически не содержит Cl (сотые доли процента) (табл. 2). При этом концентрации F в амфиболе и ставролите из обеих разновидностей пород ничтожно малы (сотые доли процента).

Эти данные указывают, во-первых, на магматический источник Cl в процессах рудообразования, во-вторых, на дополнительный привнос Cl в зону ближайшего контакта габброидов с пластами рудных тел. Здесь вмещающие габброиды под воздействием высокохлористого флюида подверглись метасоматическому преобразованию с формированием вторичного парагенезиса гидроксилсодержащих минералов, обогащенных Cl (амфибол, ставролит и др.). Характеристика околорудных высокобарических минеральных ассоциаций была дана в работе [2].

Фациальная принадлежность копанских габброидов отлична от кусинских. Формирование Кусин-

Таблица 3. Содержание Cl и F в апатитах из габбро-норитов Копанского массива, скв. 2, (мас. %)

№ п/п	Глуб., м	Размер, форма, позиция апатита	Cl	F
1	20.0	Крупное, неправильной формы зерно в интерстиции между рудным, пироксеном и плагиоклазом, n = 13	0.20	2.04
2		—, n = 11	0.16	1.73
3		—, n = 18	0.16	1.80
4		Большое зерно апатита врезано в рудный и граничит с плагиоклазом, n = 11	0.21	1.57
5		Крупное зерно между пироксеном, плагиоклазом и рудным, n = 5	0.12	1.48
6	108.0	Большое зерно в интерстиции между ортопироксеном, плагиоклазом, клинопироксеном и рудным, n = 13	0.55	1.65
7		—, n = 17	0.16	1.72
8		Крупное зерно апатита в интерстиции между плагиоклазом и пироксеном, n = 12	0.21	1.60
9		—, n = 14	0.21	2.37
10		—, n = 8	0.20	2.21
11	251.0	Мелкое включение апатита в пироксене, а пироксен включен в рудный, n = 4	0.43	1.16
12		Небольшое включение апатита в плагиоклазе, n = 6	0.42	1.55
13	422.0	Мелкое зерно апатита в сростании с рудным включены в большое зерно плагиоклаза, n = 6	0.13	2.00
14		—, n = 5	0.15	1.82
15		Небольшое зерно в интерстиции между пироксеном и плагиоклазом, n = 9	0.16	1.48
16		Крупное зерно апатита в пироксене, n = 23	0.24	2.13
17		Очень крупное зерно апатита в интерстиции между плагиоклазом и пироксеном, n = 24	0.14	1.87

Примечание. n – количество анализов.

ской интрузии происходило в абиссальных условиях, а Копанского массива – в менее глубинных, гипабиссальных [3]. Известно, что хлор, как более тяжелый компонент флюида, в максимальной степени концентрируется в более глубинных придонных частях магматической камеры, поэтому концентрация его в габброидах глубинного Кусинского массива, значительно превышает его содержание в гипабиссальном Копанском и других более южных массивах [1]. Так, в Копанском массиве концентрации хлора в апатитах из габбро-норитов не поднимаются выше 0.5% Cl, а содержание F резко повышено (1.5–2.4%) (табл. 3). При этом можно отметить спад содержаний Cl при росте F от мелких включений апатита в пироксене и плагиоклазе к более крупному интерстициальному апатиту.

Таким образом, Кусинская глубинная интрузия была изначально более флюидонасыщенной в отношении Cl по сравнению с малоглубинным Копанским и другими более южными массивами. Это предопределило особые условия рудоотложения с формированием мощных пластообразных рудных залежей, в которых руда сложена отдельными зернами ильменита и магнетита, а титаномагнетит со структурами распада твердых растворов практически отсутствует. В малоглубинных южных месторождениях (Копанском и Маткльском) при дефиците во флюиде Cl и H₂O, формировалось, в основном, вкрапленное ильменит-титаномагнетитовое

оруденение, в котором ильменит находится в парагенезисе с высокотитанистым титаномагнетитом (10–15% TiO₂). Этот тип оруденения, в сравнении с Кусинским, является более крупномасштабным.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 07–05–96006-р-Урал-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочарникова Т.Д., Холоднов В.В., Воронина Л.К. Специфика состава галогенсодержащего флюида в рудоносных габброидах Кувашино-Машакской рифтогенной структуры (Южный Урал). // Материалы V Республиканской геологической конференции. Геология и перспективы расширения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий. Т. 2. Уфа, 2003. С. 109–111.
2. Прибавкин С.В., Бородин Н.С., Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Бочарникова Т.Д. Околорудные высокобарические минеральные ассоциации в Кусинском габбровом массиве (Южный Урал) // Докл. АН. 2003. Т. 391. № 1. С.95–98.
3. Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Бородин Н.С. Условия формирования и генезис рифейских ильменит-титаномагнетитовых месторождений Урала // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. № 2. С. 112–128.
4. Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Прибавкин С.В., Бородин Н.С., Бочарникова Т.Д. Рифтогенный магматизм и железоруденение Южного Урала // Геология рудных месторождений. Т. 47. № 5. 2005. С. 421–443.