

И.А. Готтман, С.В. Прибавкин, Е.В. Пушкарев

**ОБ ИСИТАХ ДУНИТ-КЛИНОПИРОКСЕНИТ-ГАББРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ УРАЛА**

Иситы – это амфиболовые, с небольшой примесью плагиоклаза и клинопироксена, жильные породы, получившие свое название по р. Ис на Урале [Dunac, 1910]. В ранних работах Дюпарка они фигурировали как анортитовые диориты [Dunac, 1902], а по современной классификации данные породы следует называть горнблендитами [Петрографический..., 1995]. Однако иситы обладают некоторыми индивидуальными особенностями, отличающими их от горнблендитов, прежде всего это их редкость и постоянная приуроченность к дунитам в составе дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации Урало-Аляскинского типа, тогда как горнблендиты широко распространены, образуя пироксенит-горнблендитовые серии или тела, ассоциированные с габброидами, в различных формационных комплексах.

Пространственная связь дунитов и жильных амфиболовых пород (иситов), по-видимому, не случайна. Выявление такой связи является интересной петрологической задачей, направленной на понимание петрогенезиса пород дунит-клинопироксенит-габбровых комплексов.

Нами были изучены иситы Кытлымского, Качканарского, Уктуского, Восточно-Хабарнинского дунит-клинопироксенит-габбровых массивов. Это массивные мелкозернистые, редко среднезернистые, породы, окрашенные в черный или зеленовато-черный цвет, обычно с искристым изломом. Они образуют жилы и дайки мощностью от нескольких сантиметров до 1–1,5 метров. Контакты с вмещающими дунитами резкие, прямолинейные. В иситовых телах малой мощности (Уктусский массив) можно наблюдать тонкозернистые зальбанды, которые можно интерпретировать как зоны закалки. К иситам часто приурочены поздние хлоритцеолитовые гидротермальные прожилки.

Среди иситов можно выделить несколько разновидностей, определяемых присутствием того или иного второстепенного минерала. Наиболее распространены мономинеральные (Качканарский, Хабарнинский массивы) и плагиоклазовые разновидности, содержащие  $An_{60-65}$  (Кытлымский, Качканарский, Уктусский, Хабарнин-

ский массивы). Гораздо реже встречаются гранатовые разновидности (Уктусский массив) содержащие гранат шорломит-андрадит-гроссулярового состава, развивающийся по первичному плагиоклазу вследствие изохимических преобразований пород в системе пересыщенной кальцием. Оливин-клинопироксеновые иситы (Кытлымский, Уктусский массив) отличаются порфировидной структурой с крупными выделениями клинопироксена и оливина, обычно замещенных вторичными минералами (актинолитовая роговая обманка, серпентин).

Структура мономинеральных иситов призматическизернистая, плагиоклазовых – гипидиоморфнозернистая – плагиоклаз выполняет интерстиции между призматическими выделениями амфибола. Главным минералом иситов является амфибол, слагающий от 65 до 98 об.% породы. Количество основного плагиоклаза изредко достигает 30–35 об.%, моноклинного пироксена до 3–5 об.%. Иногда породы обогащены магнетитом или титаномагнетитом до 3–5 об.%. В аксессуарных количествах присутствует апатит, биотит, шпинелиды, гранат, ортопироксен.

Амфибол имеет призматический облик, плеохроирует в бурых, оливковых или зеленых тонах. По химическому составу минерал относится к магнезиальным гастингситовым роговым обманкам – магнезиальным гастингситам [Hawthorne, 1981] (табл. 1). Состав амфибола иситов характеризуется содержанием глинозема 9–12%, железистостью 0.3–0.44 и содержанием  $Na_2O+K_2O = 2,5-3,5$ , что статистически отличает его от амфибола в горблендитах. Последний имеет более высокие концентрации глинозема и пониженную сумму щелочей. Давление, при котором происходила кристаллизация амфибола в иситах, рассчитанное по содержанию алюминия в амфиболе (Hammarstrom, Zen, 1986; Ферштатер, 1990), варьирует от 5 до 8 кбар.

Химический состав иситов приведен в табл. 2. Они характеризуются содержанием  $SiO_2 = 38-46\%$ ,  $Al_2O_3 = 8-13\%$ ,  $MgO = 7-9$  до 19%,  $Na_2O+K_2O = 2-3\%$ , попадая в поле пикробазальтов-пикритов [Le Bas, 2000]. В отличие

Таблица 1

## Химический состав амфиболов иситов (мас.%)

Компо- нент	ХБ-1509	ХБ-1574	ХБ-1575	ХБ-1578	ХБ-1592	ПЕ-215	ПЕ-229	Кт-341	Кт-355	Ук-79
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	41,99	44,71	40,52	41,55	44,16	39,36	41,31	41,90	41,40	43,47
TiO <sub>2</sub>	1,78	1,17	1,89	2,39	1,74	1,65	2,05	1,71	1,95	1,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,53	10,69	13,64	12,79	10,32	15,28	13,36	12,38	11,80	10,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	11,25
FeO	13,20	13,55	14,98	14,25	13,76	14,76	11,19	15,58	15,27	3,79
MgO	11,95	13,10	10,69	11,08	11,45	10,26	13,95	10,92	11,95	13,84
MnO	0,27	0,29	0,32	0,35	0,29	0,24	0,21	0,27	0,29	0,26
CaO	12,19	12,06	12,09	11,84	11,84	11,81	11,65	11,72	12,06	11,11
Na <sub>2</sub> O	2,66	2,09	2,28	2,48	1,56	4,08	2,62	3,33	3,37	2,73
K <sub>2</sub> O	1,19	0,98	1,58	1,12	0,87	0,90	1,35	0,470	0,37	0,66
Сумма	97,76	98,64	97,99	97,85	96,99	98,34	97,69	98,28	98,10	98,38
f	0,36	0,34	0,41	0,39	0,36	0,42	0,29	0,42	0,40	0,36

Примечание. Хабарнинский массив – 1–5; Качканарский массив – 6, 7; Кытымский массив – 8, 9; Уктусский массив – 10. f – Fe/(Fe+Mg). Анализы выполнены: 1–9 – на рентгеновском микроанализаторе JXA-5, аналитик В.Г. Гмыра; 10 – химическим методом в лаборатории ИГГ УрО РАН.

Таблица 2

## Химический состав иситов дунит-клинопироксенит-габбровых комплексов Урала, (мас.%)

Компо- нент	573/511	ХБ-1509	573/585	ХБ-1356	Кт-341	Кт-355	Ук-79	Ук-286	Ук-293	Ук-294	Ук-295
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO <sub>2</sub>	39,15	39,24	45,34	43,43	41,72	39,38	46,41	38,47	39,71	38,71	38,36
TiO <sub>2</sub>	1,31	1,52	1,12	0,77	1,34	1,54	1,17	1,654	1,633	1,660	1,761
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,37	9,40	12,01	13,67	16,55	8,18	9,92	12,06	10,11	10,02	9,59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,00	5,72	4,92	2,16	3,84	3,19	2,83	6,21	11,94	7,14	6,32
FeO	13,99	8,80	6,82	7,60	7,9	7,44	10,96	10,41	7,89	12,56	13,61
MgO	11,93	11,72	11,34	14,33	7,75	19,77	10,31	9,29	7,48	8,86	8,79
MnO	0,11	0,21	0,16	0,23	0,19	0,24	0,25	0,31	0,29	0,28	0,30
CaO	11,62	11,81	11,57	11,49	13,06	9,90	10,49	14,30	14,66	14,11	13,95
Na <sub>2</sub> O	1,85	1,31	1,78	1,10	2,28	1,38	2,87	2,46	2,37	2,21	2,23
K <sub>2</sub> O	1,11	0,87	1,13	1,01	0,48	0,36	0,67	0,63	0,85	0,82	0,95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,72	0,04	0,14	0,37	0,19	0,23	0,93	0,57	0,57	1,04
ппп	3,61	2,11	2,04	3,71	3,02	6,83	2,75	2,78	1,65	2,73	2,52
Сумма	98,06	98,43	98,27	99,64	98,50	98,40	98,89	99,49	99,15	99,67	99,41
f	0,43	0,40	0,36	0,27	0,45	0,23	0,42	0,49	0,58	0,55	0,55

Примечание. Хабарнинский массив – 573/511, 573/585, ХБ-1509, 1356; Кытымский массив – Кт-341, 355; Ук-79, 286, 293, 294, 295. 1, 2, 10–11 – иситы, 3–5 – плагиоклазовые иситы, 7–8 – гранатовые иситы. f – Fe<sup>2+</sup>/(Fe<sup>2+</sup>+Mg).

от большинства безрудных горнблендитов ислиты имеют более низкую концентрацию магния и повышенное содержание фосфора.

Таким образом, мы можем констатировать, что ислиты обладают рядом индивидуальных особенностей, определяемых способом и условиями их образования и отличающих их от других существенно амфиболовых пород (горнблендитов, спессартитов) Платиноносного пояса Урала.

На формирование практически мономинеральных амфиболовых пород существует несколько точек зрения. Предполагают, что амфибол таких пород может кристаллизоваться непосредственно из базитового расплава на завершающих стадиях его кристаллизации, когда остаточный расплав сильно обогащен летучими [Тейлор, Нобл, 1973; Ферштатер, Пушкарев, 1987; Петрология постгарцбургитовых..., 1991], либо образуется в результате аутометасоматической реакции кумулятивных клинопироксенитов с остаточными флюидонасыщенными расплавами или магматическими флюидами [Irvin, 1974]. А.А. Ефимов [1984] указывает на возможность образования мономинеральных амфиболовых пород в результате водного метаморфизма оливиновых габброидов сопровождаемого привнесением щелочей, магния и титана.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Проект 01-05-65184) и ФЦП «Интеграция».*

*Список литературы*

- Ефимов А.А.* Габбро-гипербазитовые комплексы Урала и проблема офиолитов. М.: Наука, 1984. 232 с.
- Петрология постгарцбургитовых интрузивов Кемпирсайско-Хабарнинской офиолитовой ассоциации (Южный Урал) / Балыкин П.А., Конников Э.Г., Кривенко А.П. и др. Свердловск: УрО РАН СССР, 1991. 160 с.
- Петрологический кодекс. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1995. 128 с.
- Тейлор Х.П., Нобл Дж.А.* Происхождение магнетита в зональных ультрамафитовых комплексах Юго-Восточной Аляски // Магматические рудные месторождения. М.: Недра, 1973.
- Ферштатер Г.Б.* Эмпирический плагиоклаз-роговообманковый барометр // Геохимия, 1990. N 3. С. 328–335.
- Ферштатер Г.Б., Пушкарев Е.В.* Магматические клинопироксениты Урала и их эволюция // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1987. № 3. С. 13–23.
- Duparc L., Pamfil G.* Sur l'issue une nouvelle roche filonienne dans la dunite // Compets-rendus de l'Acad. des sciences, 1910. I. CLI. Paris. 136 p.
- Duparc L., Pearce F.* Recherches geologiques et petrographiques sur l'Oural du Nord // Memories de la Societe de Physique de Geneve, T. 34. 1902. 171 p.
- Hammarstror J.M., Zen E.* Aluminium in hornblendite: An empirical igneous geobarometer // American Mineralogist, 1986. V. 71. P. 1297–1313.
- Hawthorne C.* Crystll chemistry of the Amphiboles // In Reviewes in Minerology. America, 1981. V. 9A. P. 1–95.
- Irvine T.N.* Petrology of the Duke Island ultramafic complex Southeastern Alaska // The Geological Society of America. Memorir 138, Ontario, 1974. 176 p.
- Le Bas M.J.* IUGS Reclassification of the high-mg and picritic volcanic rocks // J.Petrology, 2000. V. 41, N 10. P. 1467–1470.