

В. М. ШЕМЯКИН, М. В. ТЕРЕНТЬЕВА, Е. П. СОКОЛОВА

ГАСТИНГСИТОВЫЙ АМФИБОЛ ИЗ ЧАРНОКИТОВ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 11 XII 1969)

Гастингсит является сравнительно мало распространенным минералом из группы амфиболов. Главным образом он характерен для щелочных гранитов, гранитных пегматитов, сиенитов и нефелиновых сиенитов. Значительно реже он встречается в кристаллических сланцах и гнейсах. Насколько нам известно, присутствие гастингсита в чарнокитах не отмечалось, и впервые он был обнаружен в гиперстеновых гранитоидах — интрузивных чарнокитах Северной Карелии (1).

Термин «группа гастингсита» был введен в литературу Биллингсом (2), который выделил в ней три разновидности в зависимости от отношения $FeO : MgO$ — магнезиогастингсит, фемагастингсит и феррогастингсит. Позднее вопросам терминологии и классификации гастингситовых амфиболов было посвящено еще несколько работ (3-5). Одним из критериев для выделения гастингсита в особую группу явилась степень изоморфного замещения Si на Al в тетраэдрической координации, близкая к $[Al_{1.5}Si_{8.5}]^{IV}$. Однако в дальнейшем было показано, что для гастингситов это отношение может опускаться до $[Al_{1.5}Si_{8.5}]^{IV}$ (6-11).

В настоящей статье приводятся результаты минералогического, химического и рентгеноструктурного исследований гастингсита из интрузивных чарнокитов Вичанского и Нарвозерского массивов, развитых в области сочленения Беломорского среднего массива с Карельской подвижной зоной карелид в Северной Карелии.

Вичанские и Нарвозерский массивы сложены довольно однородными интрузивными чарнокитами, по минеральному составу отвечающими двупироксеновым, гиперстеновым, гиперстен-гастингситовым, гиперстен-гастингсит-биотитовым гранитам, гранодиоритам и плаггиогранитам. Главные породообразующие минералы: кварц, андезин 40% An, олигоклаз-андезин 26-32% An, ортоклаз, гиперстен ($F = 62-75$), салит ($F = 24-36\%$), гастингсит ($F = 64-70\%$), биотит ($F = 61-70\%$) и существенно альмандиновый гранат (1, 12). Аксессуары минералы — апатит, ортит, циркон, магнетит.

Анализ кристаллизации магмы на основе систем кремнезем — плаггиоклаз — моноклинный пироксен — ромбический пироксен и альбит — анортит — ортоклаз — кварц, построенных путем экстраполяции и обобщения экспериментальных данных по частным бинарным и трехкомпонентным системам (13), показывает, что минералообразование происходило последовательно. Начальный этап осаждения твердых фаз из расплава, характеризующийся высокой температурой (порядка 1000°), низким содержанием воды в магме, пониженной щелочностью и крайне низким P_{O_2} , приводит к формированию ассоциации кварц + гиперстен + андезин + салит + гранат. С понижением температуры (до 700°), в условиях обогащения магмы водой, повышения P_{O_2} и химических потенциалов воды и щелочей, ранняя ассоциация сменяется ассоциацией гастингсит + биотит + плаггиоклаз₂₆₋₃₂ + кварц. Одновременно идет частичное окисление ромбического

Оптические константы гастингситов

№ обр.	N_g	N_m	N_p	$N_g - N_p$	$2V_{N_p}$	cN_g	Плеохроизм
Д120	1,717	1,699	1,675	0,032	51	17	N_g — густой сине-зеленый N_m — сине-зеленый N_p — коричневый
Д157	1,715	1,706	1,686	0,029	46	19	N_g — темно-зеленый, почти непрозрачный N_m — темно-зеленый N_p — золотисто-коричневый
18	1,714	1,703	1,677	0,037	58	23	N_g — густой сине-зеленый N_m — сине-зеленый
542	1,709	1,702	1,683	0,026	52	16	N_p — коричневый N_g — темно-зеленый N_m — темно-коричнево-зеленый N_p — золотисто-коричневый

пироксена с образованием магнетита и кварца. После полного выделения железо-магнезиальных компонентов из магмы при температуре 700—650° кристаллизуется кварц-полевошпатовый остаточный расплав (12).

Гастингсит равномерно распределен в породе в виде призматических кристаллов размеров 0,5—1 × 2—3 мм или неправильной формы зерен. В катаклазированных чарнокитах он образует совместно с другими минералами гломеробластовые скопления, придающие породе пятнистую текстуру. Он имеет темно-зеленый, почти черный цвет, стеклянный блеск, неровный излом, электромагнитен.

Таблица 2
Параметры элементарной ячейки гастингситов (Å)

№ обр.	$a \pm 0,006$	$b \pm 0,01$	$c \pm 0,01$	$\angle \beta \pm 10'$
Д120	9,856	18,12	5,27	75°35'
Д157	9,890	18,14	5,32	75°10'
18	9,872	18,12	5,30	74°57'
542	9,883	18,10	5,29	75°24'

Примечание. Условия съемки: Си-излучение, Ni-фильтр, $D = 143,0$ мм, $d = 0,5$ мм. Поправка — по особому снимку смеси с NaCl. Расчет параметров производился по плоскостям следующих hkl : 002; 461; 606; 0.12.0; 661. Экспозиция 6 час.

Оптические константы исследованных образцов гастингсита приведены в табл. 1. При сравнении этих данных с таковыми для гастингситов, ранее описанных (2, 4, 7-11), следует подчеркнуть, что наши гастингситы обладают значительно более высоким двупреломлением, достигающим 0,037.

Для рентгеноструктурного и химического анализов были отобраны четыре образца гастингсита из чарнокитов. Порошкограммы всех образцов оказались идентичными и подтвердили принадлежность изученных минералов к группе гастингсита. Рассчитанные параметры элементарной ячейки (табл. 2) близки к эталонным (12).

Химический анализ гастингситов проводился по классической схеме. Для более точного определения щелочных металлов применяли метод фотометрии пламени. Содержание H_2O фиксировали прямым методом с поглонительными трубками.

По химизму анализированные образцы (табл. 3) показали стабильность состава. Содержание главных породообразующих окислов колеблется в уз-

ком интервале значений. Общая железистость составляет от 64,7 до 70,0 мол. %. Это расхождение обусловлено перераспределением железа (при практически постоянных весовых количествах окисного и закисного железа в минерале) — окислением части Fe^{2+} либо в процессе кристаллизации магмы, вызванном локальными изменениями термодинамических условий минералообразования, либо при наложении амфиболитового метаморфизма чарнокитов после становления и консолидации интрузивных тел.

У. А. Дир и др. (13) предложили классифицировать амфиболы по соотношению в них алюминия, находящегося в тетраэдре, и атомов щелочей в группе X. Нанесение составов амфиболов из чарнокитов Северной Карелии на диаграмму У. А. Дира и др. (рис. 1) показало, что все они отчетливо попадают в поле гастингсита.

Расчет кристаллохимических формул гастингситов на основе 13 катионов (14) выявил для анализов обр. №№ Д157; 18 и 542 избыток кислорода против 22, который вынесен в позицию гидроксидов в силу того, что вхождение O_2 в положение [OH] является общепризнанным. Вместе с тем, в обр. № Д120 отмечается недостаток кислорода против стандартного в 0,27 формульных единицы. Он восполнен за счет гидроксидов. Здесь следует подчеркнуть, что замещение

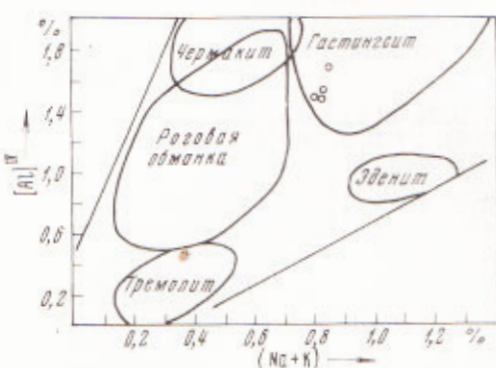


Рис. 1. Диаграмма, показывающая колебания химических составов кальциевых амфиболов в зависимости от содержания $(Na + K)$ и $[Al]^{IV}$ на формульную единицу (13). Точками показаны гастингситы из чарнокитов Северной Карелии

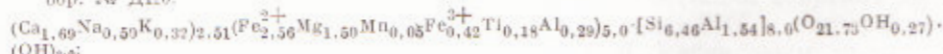
Таблица 3

Химический состав гастингситов (%)

№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O+	Сумма
Д120	42,52	1,60	10,22	3,60	20,16	0,38	6,66	10,39	1,72	1,66	1,55	100,46
Д157	40,64	1,60	10,48	6,00	19,08	0,41	5,66	11,31	1,60	1,76	1,45	99,99
18	42,02	1,35	9,75	5,00	19,44	0,30	6,25	10,87	1,75	1,48	2,05	100,26
542	41,97	1,56	9,33	5,36	20,15	0,75	5,46	10,61	1,74	1,58	1,50	100,01

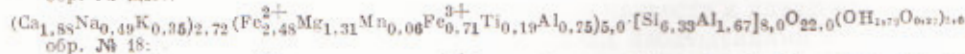
Кристаллохимические формулы (расчет на 13 катионов (14))

обр. № Д120:

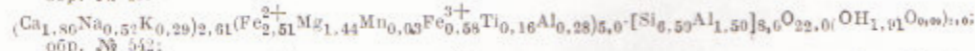


(OH)_{0,27}

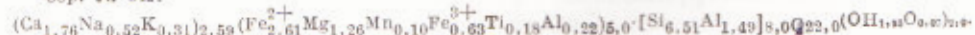
обр. № Д157:



обр. № 18:



обр. № 542:



кислорода на [OH] исключается для кремнекислородных тетраэдров (15), но допускается в окружении алюминия, входящего в тетраэдры алюмосиликатов (16, 11).

Изученные нами гастингситы по химическому составу, оптическим и другим данным близки к гастингситам, встречающимся в совершенно иных

парагенезисах, нежели описанный в данной статье. Это свидетельствует о его более широком распространении в природе, чем считалось ранее.

Институт геологии и геохронологии докембрия
Академии наук СССР

Поступило
9 XII 1969

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. М. Шемякин, ДАН, 169, № 6 (1966). ² M. Billings, Am. Mineral., 13, 7 (1928). ³ H. Berman, Am. Mineral., 22, 342 (1937). ⁴ S. Foslie, Norsk. Geol. Tidsskr., 25, 74 (1945). ⁵ N. Sundius, Arsbok Sveriges Geol. Undersök., 40, 4 (1946). ⁶ P. E. Brown, Geol. Mag., 93, 72 (1956). ⁷ C. E. Tilley, Am. Mineral., 42, 412 (1957). ⁸ F. Shido, Y. Seki, J. Geol. Soc. Japan, 65, 673 (1959). ⁹ Y. Matsumoto, M. Miyahisa, J. Min. Soc. Japan, 4, 372 (1960). ¹⁰ J. O'Hara, Geol. Mag., 97, 145 (1960). ¹¹ И. В. Гинзбург, Тр. Минерал. музея АН СССР, в. 11 (1961). ¹² В. М. Шемякин, В сборн. Геология и полезные ископаемые докембрия Карельской АССР, Тез. докл., Петрозаводск, 1969. ¹³ У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман, Порообразующие минералы, 2, М., 1965. ¹⁴ И. Д. Борнеман-Старынкевич, Руководство по расчету формул минералов, «Наука», 1964. ¹⁵ В. С. Соболев, Введение в минералогию силикатов, 1949. ¹⁶ Н. В. Белов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 6 (1951).