

УДК 552.321.5 : 553.525 : 552.331(470.21)

## О проблеме габбро в массивах перидотит-пироксенит-габброноритовой формации на примере строения верхних зон массива Федоровой тундры

Н.Ю. Грошев

Геологический институт КНЦ РАН

**Аннотация.** На примере изученного участка интрузивного массива Федоровой тундры с использованием петрографического и петрохимического методов в статье показано, что широко развитые в массиве породы "габбровой" (Pl+Amf) минеральной ассоциации являются результатом закономерного аутометаморфического преобразования пород с трехминеральной, габброноритовой, ассоциацией – Pl+Orx+Cpx.

**Abstract.** The typical area with widespread rocks of the "gabbro" mineral association (Pl+Amf) within the Fedorova Tundra intrusive has been studied. It has been shown that "gabbro" is a result of autometamorphic reworking of rocks with the three-mineral gabbronoritic association – Pl+Orx+Cpx.

**Ключевые слова:** расслоенные интрузии, габбро, флюидизация  
**Key words:** layered intrusions, gabbro, fluidization

### 1. Введение

В литературных описаниях, характеризующих строение ряда палеопротерозойских расслоенных интрузивов перидотит-пироксенит-габброноритовой формации Кольского полуострова, часто можно встретить зоны грубого переслаивания габбро и габброноритов. Такие переслаивания отмечаются, например, в габброноритовой и габбровой зонах Восточно-Панского интрузива (Mitrofanov *et al.*, 2005), в габброноритовой зоне массива Федоровой тундры (Радченко, 1978) и др. Кроме того, в верхних частях упомянутых массивов выделяются мощные габбровые зоны. Относимые в таких случаях к роду габбро породы, как правило, подвержены интенсивным постмагматическим преобразованиям, наличие которых наряду с реликтовыми доаутометаморфическими ассоциациями Pl-Cpx-(±Orx), различиями в меланократовости и со структурно-текстурными отличиями позволяет разделять габбронориты и габбро. В предлагаемой читателю работе на примере изученного участка массива Федоровой тундры обосновывается положение о том, что неоднородность пород такого типа может быть связана лишь с флюидизацией расплава на завершающих этапах кристаллизации, а не с изменением набора или последовательности кристаллизующихся из него фаз.

### 2. Магматическая стратификация интрузива Федоровой тундры

Ультрамафит-мафитовый интрузив Федоровой тундры расположен в центральной части Кольского полуострова и рассматривается как западная часть раннепалеопротерозойского платиноносного Федорово-Панского комплекса (Mitrofanov *и др.*, 2004). В разрезе интрузива выделяются следующие зоны: 1) краевая зона; 2) зона такситовых габброноритов; 3) норитовая зона; 4) габброноритовая зона; 5) габбровая зона (Дубровский, Рундквист, 2008). Преобладающими в целом породами двух последних зон являются лейкократовые габбро при подчиненных габброноритах. В рамках данного исследования проведено изучение обнаженной площади габброноритовой и габбровой зон в районе юго-восточного отрога г. Б. Ихтегипахк (рис. 1).

### 3. Петрографо-петрохимическая характеристика пород изученного участка

На рис. 1 показано, что изученный участок в целом характеризуется грубым чередованием различных лейкократовых габброноритов и амфиболового лейкократового габбро. Контакты между этими породами постепенные, переход из одной породы в другую происходит на протяжении 5-10 м. Лейкогаббронориты обладают средне-крупнозернистым сложением, гипидиоморфнозернистой и друзитовой структурами, массивной текстурой и представляют собой плагиоклазовые или оливин-плагиоклазовые кумулаты с интеркумулусными клинопироксеном, ортопироксеном и/или с инвертированным пижонитом. Следует отметить, что существует определенная зависимость между наличием оливина в породе и степенью амфиболизации – при исчезновении оливина последняя может подниматься до уровня 70-80 %, причем наиболее подверженным замещению оказывается ортопироксен. Амфиболовое лейкогаббро также характеризуется средне-крупнозернистым сложением и

гипидиоморфнозернистой структурой, но в текстурном отношении более вариативно за счет встречающихся иногда элементов пятнистой текстуры. Лейкогаббро представляют собой плагиоклазовые кумулаты с вторичным амфиболом тремолит-актинолитового ряда, замещающим интеркумулятивный пироксен. Тип пироксена вследствие его интенсивной амфиболизации точно не устанавливается, но в отдельных шлифах можно наблюдать амфиболы с реликтивными структурами распада твердого раствора, характерными для инвертированного пижонита.

В юго-западной части участка дифференциация пород проявлена наиболее глубоко и выражена в виде горизонта линзовидно-ритмичного переслаивания (ГРП) пород различной меланократовости (рис. 1 и 2). ГРП на данном участке состоит из двух ритмов (рис. 2), нижние части которых образованы оливиновыми лейкогабброноритами и лейкотроктолитами с ритмично повторяющимися в разрезе линзами мезо-меланократовых трахитоидных троктолитов, а верхние части сложены оливиновыми и оливинсодержащими лейкогабброноритами. Петрографические наблюдения выявляют нарастание степени амфиболизации пород от подошвы ритмов к их кровле (рис. 2), приводящее к появлению "габбровой" минеральной ассоциации  $P1+Amr$  в верхних частях ритмов. Причем справедливой остается отмеченная выше связь между содержанием оливина в породе и степенью амфиболизации. Выше ГРП по разрезу залегает монотонное амфиболовое лейкогаббро, в котором степень амфиболизации не снижается ниже 80 %.

Полученные данные по химическому составу пород (табл. 1) не выявляют в нормативном минеральном составе ассоциации, в которой преобладал бы клинопироксен – коэффициент  $K(орх)$  принимает значения от 55 и выше. Нормативный номер плагиоклаза изменяется в пределах 68-74 (табл. 1), достигая наименьших значений в наиболее амфиболизированных породах (рис. 2), что свидетельствует о накоплении флюидной составляющей по мере дифференциации магмы.

#### 4. Заключение

Таким образом, становится очевидным, что процесс аутометаморфических преобразований в пределах изученного участка является закономерной частью эволюции расплава. Для начальных стадий кристаллизации характерно наличие оливин-плагиоклазовых кумулатов, сменяющихся выше по разрезу

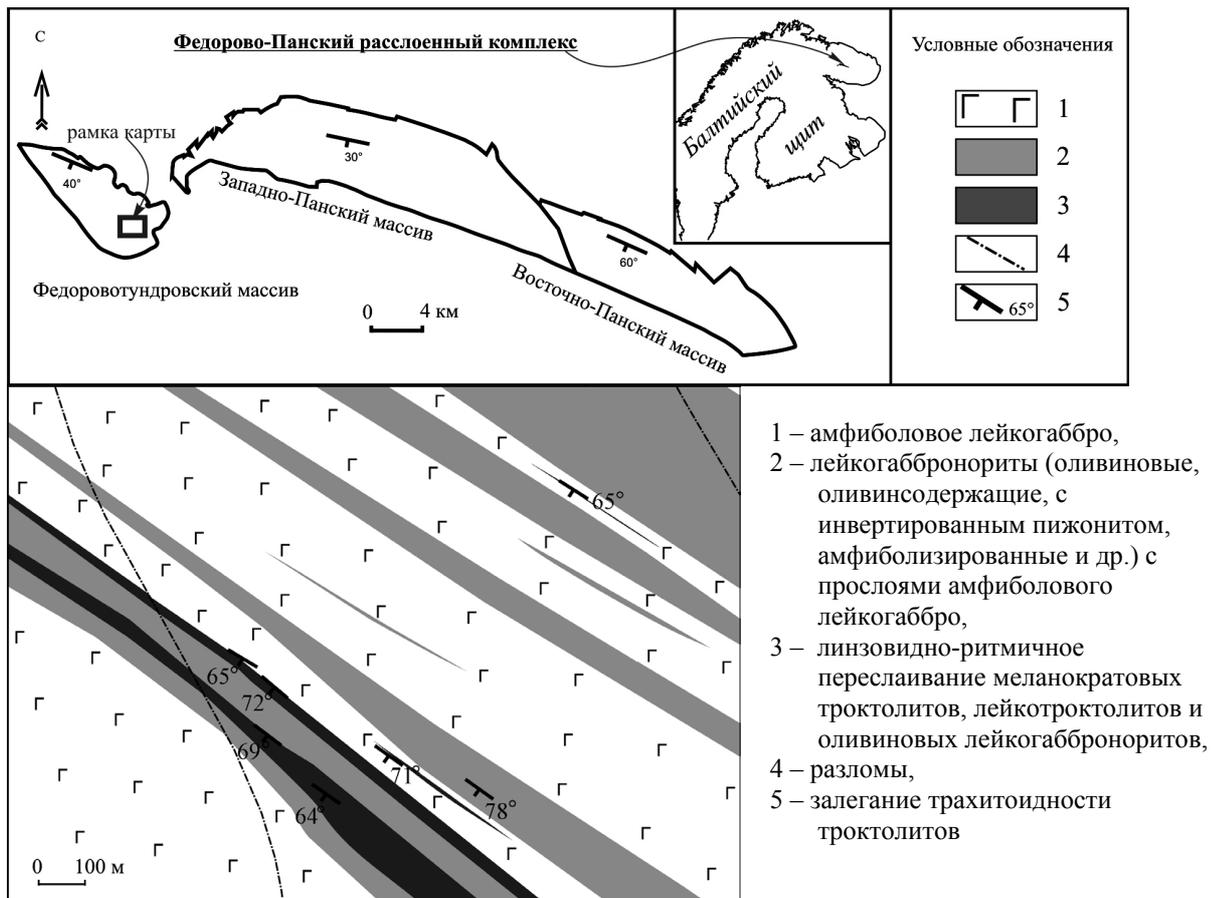


Рис. 1. Схематическая геологическая карта юго-восточного отрога г. Б. Ихтегипах

Таблица 1. Химический и нормативный состав габброидов и некоторые петрохимические коэффициенты

Компо- ненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	9-4.1	7-15.1	7-23.1	7-22.1	7-14.1	7-19.1	43-3G	7-12.1	7-15.3	7-16.1	7-20.1
SiO <sub>2</sub>	49.27	49.20	50.17	47.41	49.10	50.20	48.10	47.28	47.90	45.41	47.45
TiO <sub>2</sub>	0.21	0.31	0.20	0.20	0.21	0.25	0.22	0.21	0.25	0.19	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.74	23.17	25.56	23.96	20.72	25.42	22.98	13.96	18.83	10.03	20.19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	3.74	0.70	1.48	2.93	0.42	1.06	2.71	1.92	2.67	1.43
FeO	6.69	5.85	3.58	5.12	5.61	4.03	5.40	7.50	6.96	10.66	7.38
MnO	0.09	0.10	0.07	0.09	0.10	0.08	0.09	0.16	0.14	0.20	0.12
MgO	4.61	2.29	2.67	5.35	6.01	2.83	5.89	13.32	9.12	18.33	9.13
CaO	12.79	11.29	12.75	10.92	12.27	12.25	12.21	10.13	10.88	8.32	9.63
Na <sub>2</sub> O	2.25	2.68	2.52	2.29	2.00	2.56	2.27	1.31	1.72	0.97	2.03
K <sub>2</sub> O	0.12	0.21	0.15	0.14	0.10	0.15	0.12	0.09	0.12	0.06	0.13
H <sub>2</sub> O- п.п.п.	0.03 1.62	0.03 0.44	0.01 1.14	0.13 1.96	0.06 0.50	0.02 1.21	0.00 1.11	0.16 2.54	0.11 1.63	0.24 2.41	0.14 1.65
F	0.009	0.01	0.009	0.008	0.008	0.007	0.006	0.011	0.01	0.008	0.008
Cl	0.013	0.014	0.018	0.016	0.012	0.012	0.015	0.009	0.011	0.023	0.018
S	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
NiO	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	<0.01	0.03	0.02	0.04	0.03
CuO	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CO <sub>2</sub>	<0.1	0.1	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010	0.073	0.004	0.004	0.047	0.04	0.025	0.012	0.022	0.031	0.004
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.011	0.014	0.006	0.011	0.019	0.012	0.011	0.017	0.018	0.015	0.011
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
Сумма	99.52	99.60	99.62	99.77	99.78	99.55	99.56	99.79	99.68	99.64	99.61
ap	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07
hl	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
pr	0.07	0.04	0.04	0.07	0.06	0.04	0.06	-	-	-	0.02
cm	0.01	0.11	0.01	0.01	0.07	0.06	0.04	0.02	0.03	0.05	0.01
fr	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03
cc	0.02	0.17	0.01	0.01	0.11	0.09	0.06	0.03	0.05	0.07	0.01
ilm	0.40	0.59	0.38	0.38	0.40	0.47	0.42	0.40	0.47	0.36	0.42
mt	-	5.42	1.02	2.15	4.25	0.61	1.54	3.93	2.78	3.87	2.07
q	-	3.31	2.28	-	1.46	2.09	-	-	-	-	-
or	0.71	1.24	0.89	0.83	0.59	0.89	0.71	0.53	0.71	0.35	0.77
ab	18.97	22.60	21.25	19.31	16.86	21.61	19.16	11.00	14.48	8.15	17.11
an	48.90	50.61	58.03	53.91	47.30	57.46	52.18	31.99	43.35	22.87	45.63
di	6.18	1.84	2.29	-	7.32	1.26	4.28	11.05	5.84	10.77	1.00
hd	5.63	2.04	1.73	-	3.26	1.05	2.23	3.34	2.48	3.59	0.47
en	7.21	4.85	5.58	10.00	11.57	6.46	6.83	19.06	14.97	16.31	12.60
fs	7.54	6.14	4.84	5.97	5.90	6.16	4.08	6.61	7.28	6.23	6.79
fo	0.98	-	-	2.32	-	-	4.10	6.29	3.52	17.06	6.77
fa	1.13	-	-	1.53	-	-	2.69	2.40	1.89	7.18	4.02
als	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-	-	-
K(орх)	55.52	72.78	72.14	100.00	62.28	84.55	62.64	64.08	72.78	61.08	92.96
N(pl)	70.85	67.86	72.02	72.46	72.56	71.49	71.97	73.27	73.84	72.58	71.54

Примечание: 1-3 – амфиболовое лейкогаббро, 4 – амфиболлизированный лейкогаббронорит с инвертированным пижонитом, 5-6 – оливинсодержащие лейкогаббронориты, 7 – оливиновый лейкогаббронорит, 8-9 – лейкотроктолиты, 10-11 – меланократовые троктолиты.

$K(орх) = 100 \times орх / (орх + срх)$ ,  $N(pl) = 100 \times an / (an + ab)$ .

Анализы выполнены в Геологическом институте КНЦ РАН.

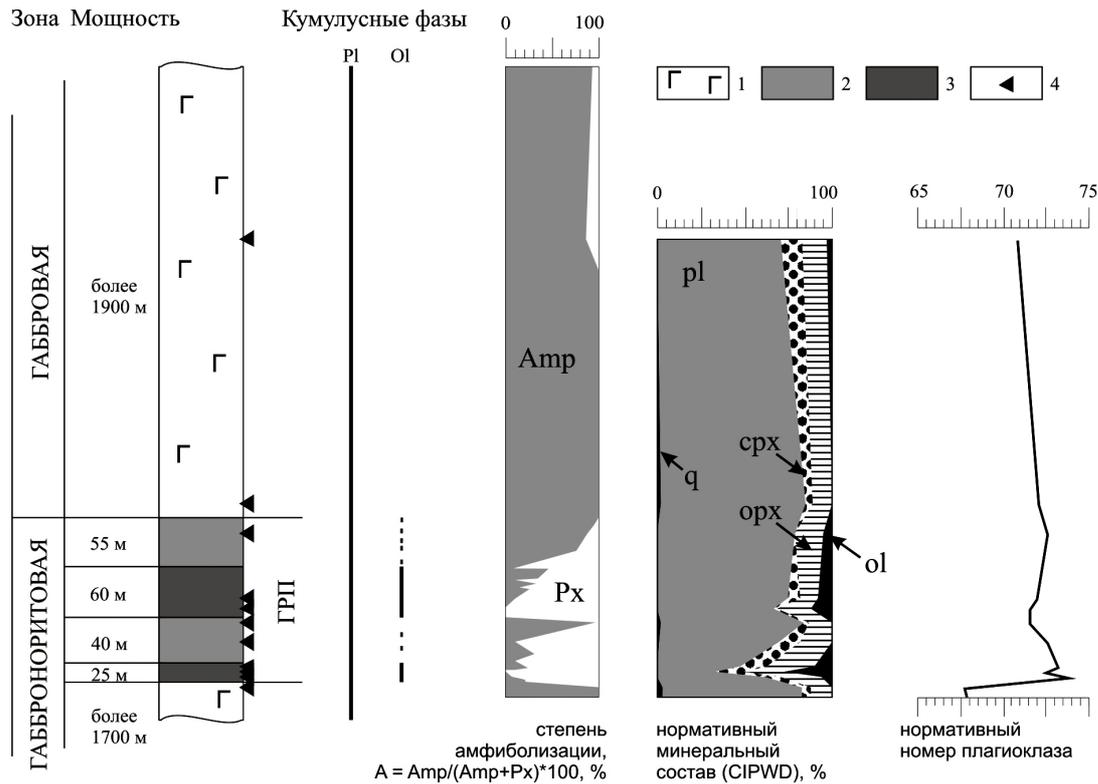


Рис. 2. Разрез через горизонт линзовидно-ритмичного переслаивания (ГРП).  
Условные обозначения 1-3 см. рис. 1, 4 – точки отбора проб;  
мощности указаны с учетом крутого ( $70^\circ$ ) залегания пород

плаггиоклазовыми кумулатами. Последние на завершающих стадиях кристаллизации, после образования плаггиоклаза и, по-видимому, двух интеркумулятивных пироксенов, подвергаются воздействию водного флюида, накопившегося на предыдущих стадиях. В результате магматической эволюции, происходившей по этому сценарию, образовались выделяемые как слои чередующиеся уровни измененных и неизмененных плаггиоклазовых кумулатов лейкогабброноритового состава. В связи с этим возникают определенные сомнения в корректности использования термина лейкогаббро для описания соответствующих пород и, более того, для именованной зоны, слагающей большую часть массива Федоровой тундры. На наш взгляд, корректным названием для таких пород является амфиболитизированный лейкогаббронорит.

Работа выполнена при поддержке грантов: РФФИ № 07-05-00956 и "офи-а" № 05-05-08208, НШ-1413.2006.5, Государственного контракта с Федеральным агентством по науке и инновациям № 02.445.11.7403.

## Литература

- Mitrofanov F.P., Korchagin A.U., Dudkin K.O., Rundkvist T.V.** Fedorov-Pana layered mafic intrusion (Kola Peninsula, Russia): Approaches, methods, and criteria for prospecting PGEs. *Exploration for Platinum-group Elements Deposits. Ed. by Mungall J.E. Short course delivered on behalf of the Mineralogical Association of Canada in Oulu, Finland*, p.343-358, 2005.
- Дубровский М.И., Рундквист Т.В.** Раннепротерозойский платиноносный массив Федоровых тундр (Кольский полуостров): геология и петрология. *Записки РМО*, № 4, с.20-33, 2008.
- Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Рундквист Т.В.** Федорово-Панская расслоенная мафическая интрузия (Кольский полуостров): геология и платинометальное оруденение. Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. *М., Наука*, с.175-186, 2004.
- Радченко М.К.** Особенности строения массива ультраосновных-основных пород Федоровой тундры. Базит-гипербазитовый магматизм Кольского полуострова. *Апатиты, КФ АН СССР*, с.84-96, 1978.