

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ  
ЧЕЛЯБИНСКОГО ГРАНИТОИДНОГО ПЛУТОНА  
(ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**Т.А. Осипова, Г.А. Каллистов**

Челябинский плутон является одним из наиболее крупных гранитоидных тел на Среднем и Южном Урале, и многие важные стороны его геологического строения, петрографического и химического состава охарактеризованы в многочисленных работах, посвященных петрологии южноуральских гранитоидов. Современные аналитические данные, полученные в последние годы, позволили уточнить геоди-

намический режим становления массива и время формирования слагающих его магматических комплексов [Грабежев, 1998; Ферштатер, 2001; Veя et al., 2002]. Однако многие петрологические аспекты взаимоотношений этих комплексов и их петро- и геохимические особенности остлись за рамками обсуждения.

В настоящей работе рассматриваются главные разновидности пород Челябинско-

Химический состав представительных образцов гранитоидов  
смолинского и полетаевского комплексов Челябинского плутона

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	chlB-1	chl-311	chl-104	chlB-2	chl-279	chl-265	chlB-4	chl-219	chl-217
SiO <sub>2</sub>	60,49	68,08	70,04	62,45	67,29	71,01	73,54	69,90	74,12
TiO <sub>2</sub>	0,85	0,57	0,52	0,47	0,47	0,38	0,21	0,31	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,99	14,11	14,74	17,32	15,49	14,27	14,61	14,90	13,76
FeO <sub>общ.</sub>	6,11	3,03	2,79	3,39	3,31	2,74	1,84	2,41	1,19
MnO	0,11	0,06	0,04	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,01
MgO	4,43	0,96	1,21	2,04	1,96	1,42	0,53	1,23	0,60
CaO	4,98	1,79	1,93	3,38	2,82	1,79	1,06	2,25	0,98
Na <sub>2</sub> O	3,43	3,45	3,60	3,70	3,82	3,81	3,43	3,59	3,46
K <sub>2</sub> O	2,70	4,70	4,87	3,56	3,54	4,00	4,14	3,52	4,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,26	0,17	0,22	0,13	0,14	0,11	0,07	0,08	0,00
ппп	0,96	0,25	2,75	3,68	1,20	0,80	0,50	0,63	0,35
сумма	99,59	101,18	102,85	100,37	100,74	100,56	100,06	98,95	99,49
Rb	64,00	178,00	172,20	87,00	95,00	90,00	186,00	137,00	106,00
Sr	631,00	275,00	433,39	666,00	379,00	367,00	224,00	452,00	78,00
Li	17,88	75,14	59,54	17,98	14,20	12,16	40,21	71,69	12,25
Cs	2,11	5,86	2,23	4,72	2,25	2,37	6,71	7,73	1,44
Be	1,62	2,72	2,92	2,81	2,76	2,57	3,36	3,39	1,44
Ba	739,52	1017,42	1523,12	1184,33	1145,00	915,73	410,34	1300,65	284,42
Sc	13,94	4,88	16,83	6,34	6,83	5,07	3,32	3,60	2,47
V	113,49	37,32	57,31	46,45	44,00	32,42	13,63	14,38	2,40
Co	16,50	3,78	7,60	7,04	6,18	4,68	1,58	2,60	0,46
Ni	48,84	3,49	30,38	17,01	14,00	10,27	3,87	2,72	1,56
Cu	22,26	21,88	87,12	5,08	3,59	17,11	4,40	15,89	6,44
Zn	73,08	48,94	102,10	51,03	44,00	29,72	64,00	36,14	17,85
Ga	19,77	19,82	42,16	19,50	17,40	16,98	18,04	18,07	13,61
Y	17,82	20,12	26,12	10,84	10,10	13,31	14,11	9,46	2,28
Nb	10,00	20,60	21,87	7,75	11,40	11,02	16,01	7,31	7,59
Ta	0,61	1,81	3,52	0,99	0,18	1,44	2,36	0,38	0,27
Zr	195,90	212,36	122,38	161,10	129,00	114,92	97,60	133,09	59,28
Hf	3,71	5,39	4,01	3,87	3,50	3,38	3,20	3,57	2,13
Mo	0,25	0,17	4,59	0,10	0,24	0,15	0,12	0,13	1,30
Sn	5,08	7,67	2,48	5,46	3,30	5,94	8,55	4,93	2,66
Tl	0,39	1,07	1,05	0,55	0,50	0,51	0,95	0,98	0,66
Pb	13,77	24,74	28,79	18,20	23,10	20,80	29,36	23,76	33,87
U	2,72	2,15	3,19	5,16	3,93	4,67	3,50	2,67	1,17
Th	10,81	25,43	31,89	10,70	15,70	22,99	14,23	15,03	14,22
La	39,47	78,23	108,15	32,09	33,00	34,82	16,03	41,06	9,26
Ce	75,50	160,60	208,95	56,63	68,70	70,57	37,24	87,53	20,92
Pr	8,27	15,33	21,49	5,76	6,53	6,82	3,58	7,76	2,09
Nd	30,51	50,94	70,77	19,94	21,50	23,50	12,77	24,76	7,69
Sm	5,57	7,57	10,88	3,32	3,60	4,17	2,86	3,86	1,64
Eu	1,33	1,09	1,96	0,93	0,96	0,93	0,43	0,98	0,17
Gd	4,41	5,25	8,72	2,66	2,72	3,20	2,59	2,77	1,17
Tb	0,59	0,70	1,13	0,36	0,38	0,43	0,42	0,36	0,13
Dy	3,30	3,50	5,88	1,93	2,05	2,30	2,35	1,79	0,51
Ho	0,61	0,71	0,93	0,37	0,37	0,45	0,48	0,35	0,09
Er	1,61	1,86	2,71	0,99	0,97	1,22	1,43	0,95	0,21
Tm	0,24	0,28	0,34	0,15	0,15	0,19	0,22	0,14	0,03
Yb	1,54	1,75	2,07	0,96	0,90	1,23	1,44	1,00	0,21
Lu	0,22	0,24	0,35	0,15	0,15	0,18	0,23	0,16	0,04

Примечание. 1-3 – смолинский комплекс; 4-9 – полетаевский комплекс. 4-6 – северная часть массива (близ п. Казанцево), 7 – центр массива (близ с. Кайгородово), 8,9 – юго-запад (близ п. Трубный).

1, 4 – кварцевый диорит; 5 – гранодиорит; 2, 3, 6-9 – гранит.

Общий анализ пород и определение Rb и Sr выполнены в Институте геологии и геохимии УрО РАН рентгено-флуоресцентным методом, Na<sub>2</sub>O и ппп – стандартным химическим методом. Анализы на остальные редкие элементы выполнены в Университете г. Гранада (Испания) методом ICP-MS.

го плутона, слагающие подавляющую часть его площади: средне- и крупнозернистые кварцевые диориты, гранодиориты и биотитовые двуполевошпатовые граниты. К настоящему времени они выделены в два самостоятельных интрузивных комплекса:

– **Смолинский** выполняет восточную и юго-восточную части плутона. Сложен равномернозернистыми биотит-амфиболовыми кварцевыми диоритами с подчиненным количеством прорывающих их более кислых пород – порфировидных биотитовых гранитов или гранодиоритов. Для всех разновидностей характерны гнейсовидные текстуры и реликтовая гипидиоморфнозернистая структура в сочетании с катластической и гранобластовой. условия кристаллизации пород отвечают мезоабиссальной фации глубинности: общее и водное давление 2-3 кбар (согласно амфиболовым геобарометрам [Hammastrom, Zen, 1986; Hollister et al., 1987; Johnson, Rutherford, 1989] и составу кварцполевошпатовой графики [Бородина, Шардакова, 1990]. Высокая водность расплава подтверждается также присутствием в породах первичномагматического эпидота. Спорадически встречается мирмецит, преимущественно в более кремнекислых разностях. Минимальное содержание магнетита (единичные зерна) указывает на низкий потенциал кислорода.

– **Полетаевский** занимает всю центральную, северную и западную части площади массива. Представлен преимущественно гранитами и гранодиоритами с незначительным количеством кварцевых диоритов, которые образуют гомодромную последовательность. Характерная черта всех главных разновидностей пород полетаевского комплекса – порфировидность, обусловленная присутствием крупных выделений щелочного полевого шпата. Граниты, варьирующие по содержанию  $\text{SiO}_2$  в пределах 68-73%, слагают центр и юг плутона. По данным геологосъемочных работ ЧГГП, от центра к периферии более кислые разности сменяются более основными. гранодиориты выполняют краевую часть массива на северо-востоке, севере и западе. В силу близости состава, постепенности его изменения и общей плохой обнаженности контакты между гранитами и гранодиоритами редко доступны для наблюдения. Те и другие содержат ксенолиты равномернозернистых кварцевых диоритов смолинского комплекса различного размера – от долей метров до более километра. В северной части мас-

сива реликтовая структура пород обычно гипидиоморфнозернистая оксиофитовая, характерны скелетные выделения кварца, микропертитовый щелочной полевоый шпат, редкие зерна магнетита при наличии первичномагматического эпидота. Эти особенности указывают на гип-мезоабиссальный уровень кристаллизации при высокой водонасыщенности. Типичны метасоматические изменения породообразующих минералов (серицит, карбонат, мелкочешуйчатый биотит, хлорит), сохраняющие первичномагматическую структуру породы. На юге преобладающими структурами являются гранитные, степень идиоморфизма минералов ниже, нередко встречается мирмецит, что характеризует продукты несколько более глубокой фации. Косвенным подтверждением более низкого потенциала кислорода при формировании гранитоидов южной части массива является более высокая, в целом, железистость биотита в них по сравнению с биотитом из одноименных пород северной половины (по данным [Грабежев, 1998]).

По химическому составу одинаковые по кремнекислотности породы обоих названных комплексов близки (таблица) и в совокупности образуют единую гомодромную последовательность: на харкеровских диаграммах их фигуративные точки принадлежат единым трендам, независимо от местоположения или принадлежности тому или иному комплексу (рис.1). Поведение редких элементов также подтверждает гипотезу о генетическом единстве главных разновидностей пород плутона, все они характеризуются сходным типом распределения РЗЭ и других редких элементов (рис.2), обычным для гранитоидов окраин континентов [Ферштатер, 2001].

Кроме особенностей химического состава, существуют и важные геологические черты сходства главных интрузивных фаз Челябинского массива – гранитоиды и смолинского, и полетаевского комплексов прорываются многочисленными синплутоническими дайками основного состава [Ферштатер, 2001]. Этот факт позволяет рассматривать становление обоих комплексов в ходе единого геологического эпизода. Это предположение подтверждается и близкими оценками возраста всех разновидностей пород: кварцевые диориты смолинского комплекса –  $360 \pm 9$  млн л., гранодитриты и граниты полетаевского комплекса –  $\sim 360-330$  и  $355 \pm 7$  млн л. соответственно (Pb-Pb метод Кобера по цирконам) [Bea et al., 2002].

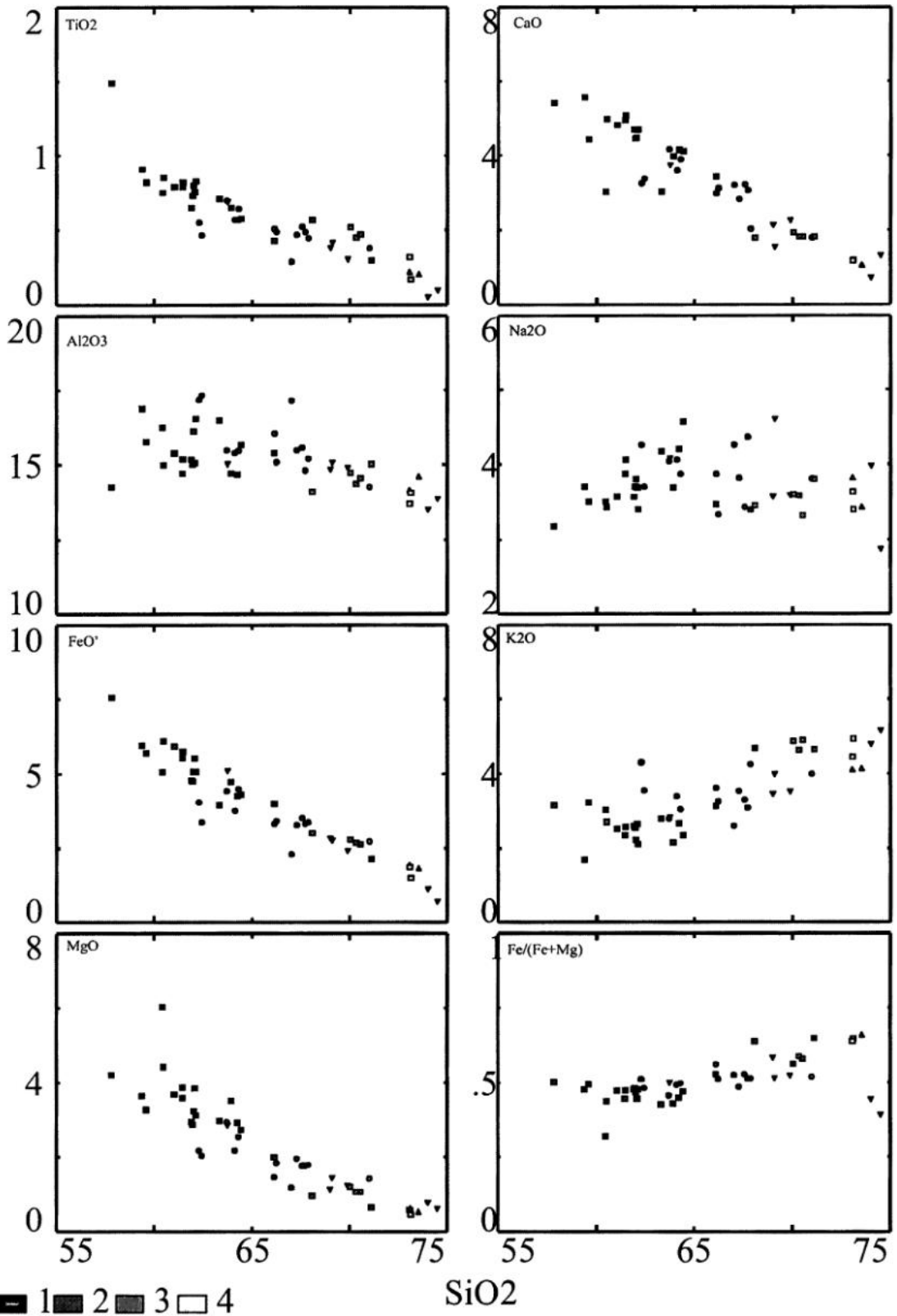


Рис. 1. Харкеровские диаграммы для гранитоидов главных фаз Челябинского плутона: смолинский комплекс – квадраты, полетаевский комплекс – точки и треугольники (север массива – точки, центр – треугольники, направленные вершиной вверх, запад – треугольники, направленные вершиной вниз).

1 – кварцевые диориты, 2 – гранодиориты, 3 – граниты с содержанием  $\text{SiO}_2 < 72$  мас.%, 4 – граниты с содержанием  $\text{SiO}_2 > 72$  мас.%.

Содержания окислов – в мас.%.

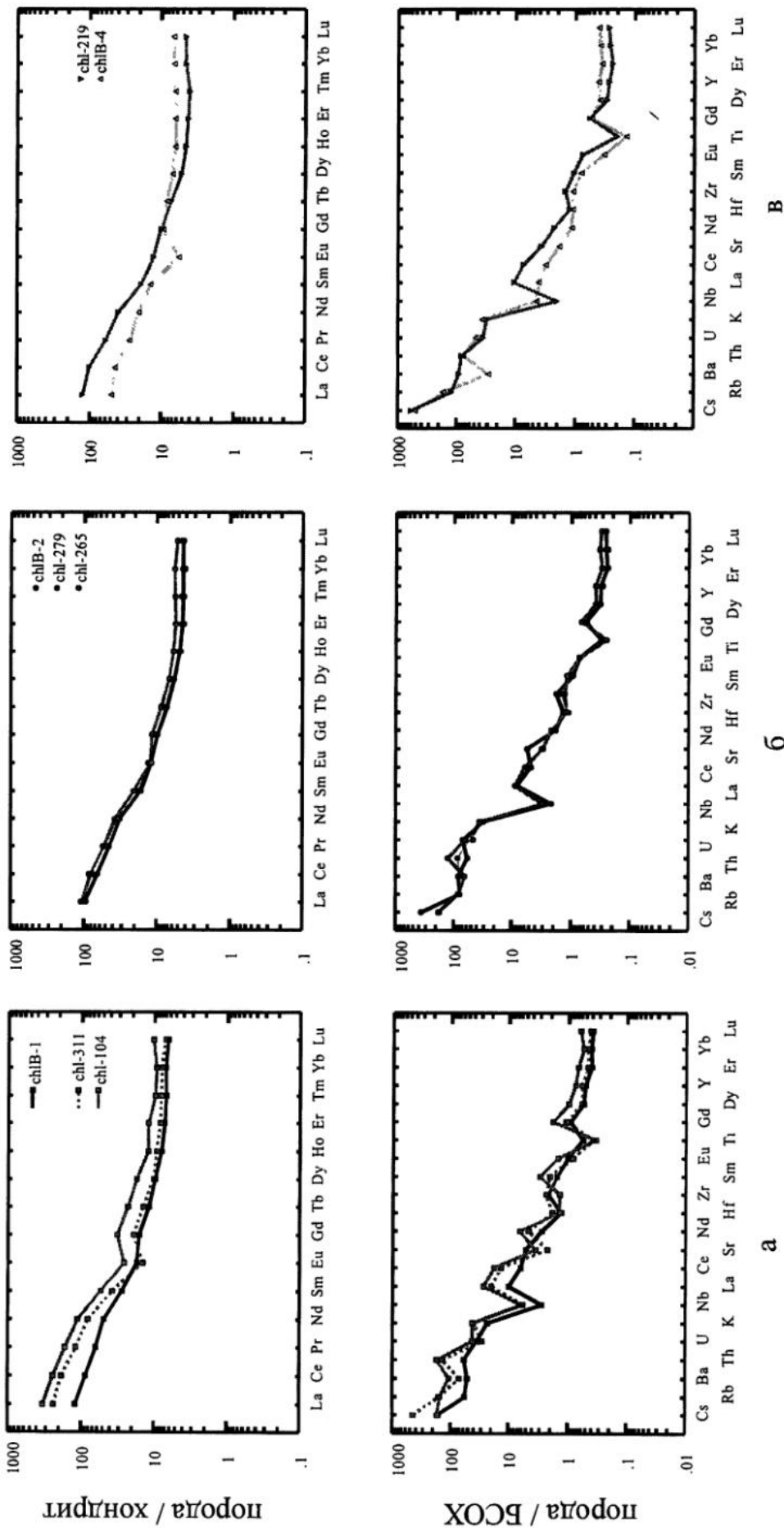


Рис. 2. Слайдер-диаграммы для гранитоидов главных фаз Челябинского плутона: а – смолинский комплекс; б, в – полетаевский комплекс (север массива – б, центр и запад – в).

Условные обозначения на рис. 1. Номера образцов соответствуют номерам в таблице.

Все приведенные выше данные указывают на генетическое родство образований смолинского и полетаевского комплексов и возможность их объединения в единую гомодромную кварц-диорит – гранодиорит-гранитную серию, по строению и вещественным характеристикам сопоставимую с современными надсубдукционными гранитоидами. Наблюдаемые текстурно-структурные различия пород серии обусловлены различием фациальных условий их формирования и разным типом более поздних изменений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 01-05-65184).*

#### *Список литературы*

*Бородина Н.С., Шардакова Г.Ю.* к петрологии Смолинского тоналитового плутона (Челябинский массив) // Ежегодник-1989 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1990. С. 25-27.

*Грабежев А.И., Кузнецов Н.С., Пужаков Б.А.* Рудно-метасоматическая зональность медно-порфировой колонны натриевого типа (парагонитсодержащие ореолы, Урал). Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1998. 172 с.

*Ферштатер Г.Б.* Гранитоидный магматизм и формирование континентальной земной коры в ходе развития уральского орогена // Литосфера. 2001. № 1. С. 62-85.

*Bea F., Fershtater G.B., Montero P.* Granitoids of the Uralides^ Implications for the Evolution of the Orogen // Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present Geophysical Monograph. 132. Copyright by the American Geophysical Union. 2002. P. 211-232.

*Hammstrom J.M., Zen E.* Aluminium in hornblende: an empirical igneous geobarometer // Am. Mineralogist. 1986. 71. p.1297-1313.

*Hollister L.S., Grisson G.C., Peters E.K. et al.* Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons // Am. Mineralogist. 1987. 72. p.231-239.

*Johnson M.C., Rutherford M.J.* Experimental calibration of the aluminium in hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California) volcanic rocks // Geology. 1989. 17. P. 837-841.