

**Е.А. Зинькова**

**СХОДСТВО РАННИХ СЕРИЙ ВЕРХИСЕТСКОГО БАТОЛИТА  
С ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫМИ ТРОНДЪЕМИТ-ТОНАЛИТ-  
ДАЦИТОВЫМИ И СОВРЕМЕННЫМИ АДАКИТОВЫМИ СЕРИЯМИ**

Верхисетский гранитоидный массив – наиболее крупный и детально изученный из надсубдукционных тоналит-гранодиоритовых плутонов, широко развитых в окраинно-континентальной зоне северо-западного мегаблока.

Залегают среди метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщ силурийского и девонского возраста. Его ранние серии, имеющие сходство с высокоглиноземистыми трондъемит-тоналит-дацитовыми и современными адакитовы-

ми сериями, слагающими внешние части массива, имеют возраст 315–320 млн лет и прорваны более молодыми адаметеллитами и гранитами, датированными цифрами 275–290 млн лет, которые слагают центральную часть массива.

Наиболее близки по химическому составу высокоглиноземистым трондьемитам и ада-

китам породы таватуйской тоналит-трондьемитовой серии (рис. 1., табл.). Они занимают крайнее западное положение и непосредственно контактируют с Серовско-Маукским глубинным разломом. Их главные химические характеристики: 1 – высокие содержания Sr (> 400 г/т) и Al (> 15 вес.%), 2 – отсутствие Eu аномалии;

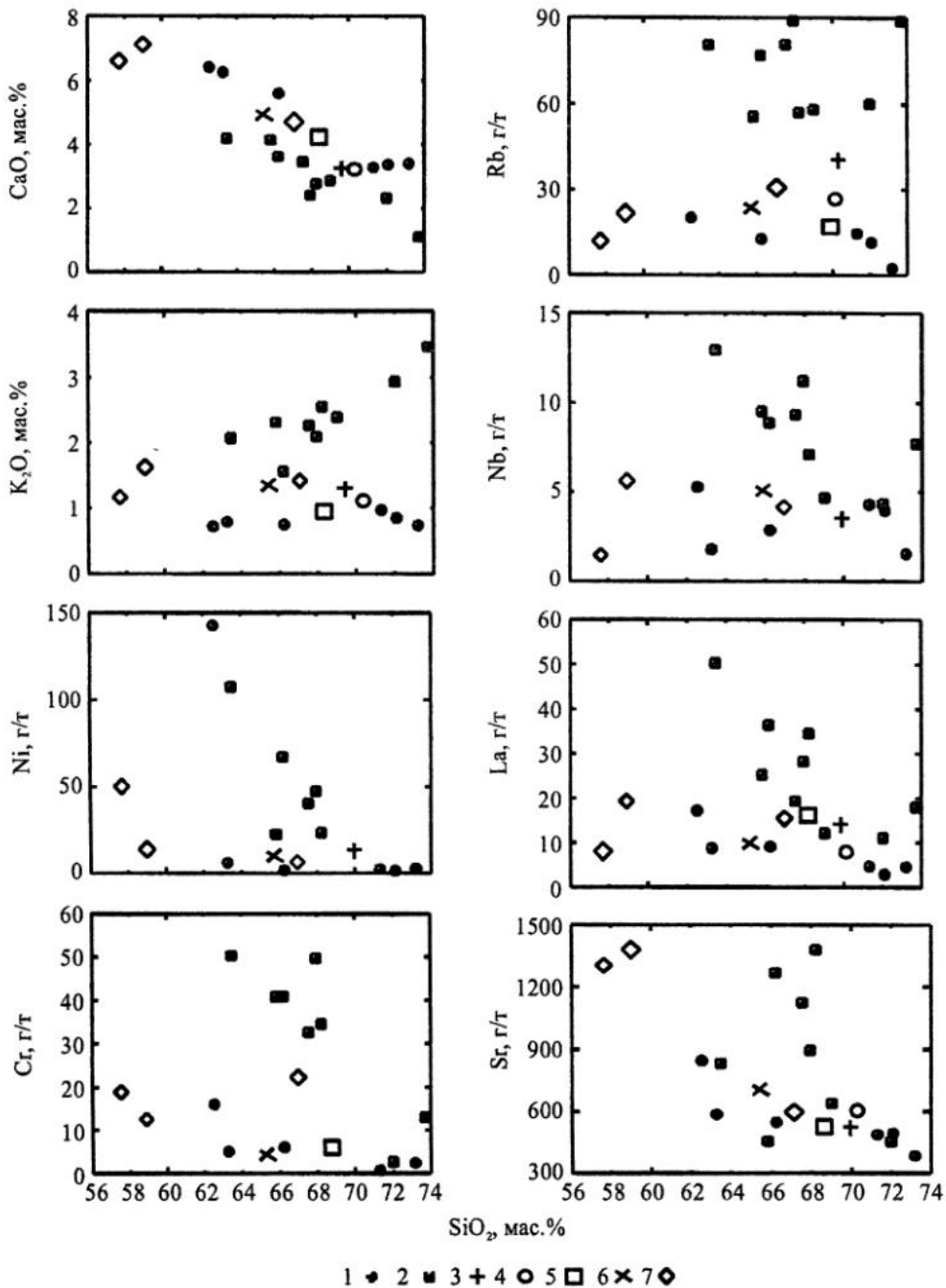


Рис. 1. Распределение петрогенных и редких элементов в породах тоналит-трондьемитовой (1) и тоналит-гранодиоритовой (2) серий Верхисетского массива.

Для сравнения приведены распределения этих элементов в высокоглиноземистых трондьемит-тоналит-дацитов архейских (3), палеозойских (4), мезозойских (5), кайнозойских (6) и современных адакитовых сериях (7).

ПЕТРОЛОГИЯ И ПАЛЕОВУЛКАНОЛОГИЯ

Химический состав типовых пород тоналит-грандьемитовой серии Верхисетского массива, высокоглиноземистых грандьемит-тоналит-дацитовых и современных адакитовых серий, (мас. %, г/т.)

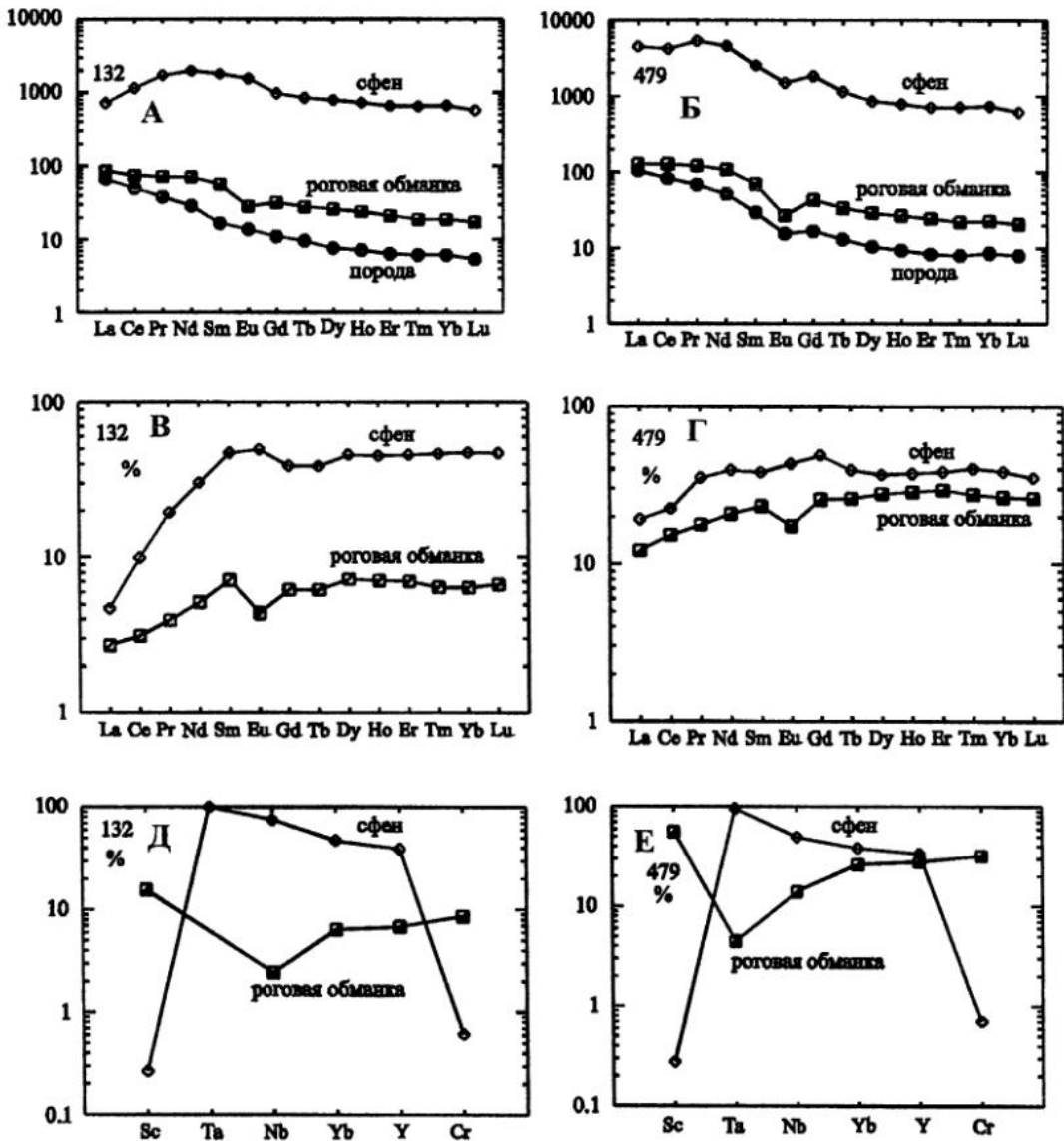
Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	281	475	469	433	434	134	PH93-20	PH93-30	LW6	Kz	Mz	Pz	Arch
SiO <sub>2</sub>	62,53	63,27	66,24	71,30	72,09	73,19	57,5	58,8	66,8	65,88	68,8	70,07	69,74
TiO <sub>2</sub>	0,45	0,51	0,49	0,26	0,25	0,15	0,69	0,92	0,36	0,3	0,27	0,23	0,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,93	17,05	15,36	15,69	15,26	15,26	17,9	17,2	17	17,49	17,7	16,54	15,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,94	3,11	4,25	1,09	1,26	1,47	5,88	5,81	3,4	3,2	1,1	0,59	2,55
FeO	He опр.	2,51	1,67	1,58	1,58	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	1,1	0,88	He опр.
MnO	0,15	0,17	0,16	0,08	0,06	0,02	0,09	0,07	0,04	0,08	0,06	0,03	0,03
MgO	2,33	1,97	1,61	0,89	0,82	0,67	3,86	2,61	0,73	1,26	0,69	0,8	1,23
CaO	6,41	6,25	5,60	3,28	3,37	3,41	6,7	7	4,55	4,79	4,3	3,14	3,04
Na <sub>2</sub> O	4,31	3,64	3,73	4,35	4,35	4,95	3,85	4,48	4,25	4,25	4,9	5,5	5,44
K <sub>2</sub> O	0,72	0,79	0,75	0,97	0,85	0,74	1,21	1,68	1,28	1,44	0,9	1,34	1,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24	0,19	0,19	0,08	0,08	0,13	0,21	0,44	0,18	0,13	0,08	0,08	0,08
ППП	5,30	0,64	0,76	0,56	0,57	0,11	1,58	0,81	1,23	1,21	0,56	0,68	0,97
Сумма	105,31	100,10	100,81	100,13	100,54	100,10	99,47	99,82	99,82	100,03	100,46	99,88	99,87
Rb	19,95	0,00	12,54	14,48	11,32	2,37	13	19,8	29	23	17	28	43
Sr	845,54	587,00	546,89	488,00	493,10	385,76	1320	1400	570	760	546	613	559
Ba	465,24	340,00	371,39	340,53	376,25	173,42	272	243	288	670	512	328	301
Sc	23,14	14,00	8,44	3,97	3,48	1,98	16,2	12	7	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
V	125,50	96,00	95,95	26,56	30,56	18,85	152	170	55	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Cr	16,03	5,00	5,94	0,63	0,01	2,34	19	13	23	6	6	He опр.	19
Co	13,66	8,00	8,63	1,99	2,04	2,17	23	25	6	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Ni	142,92	6,00	1,77	2,31	1,38	2,80	52	16	5	7	He опр.	He опр.	15
Y	21,40	15,00	17,18	7,29	6,69	3,75	12,5	11,4	11	3	He опр.	He опр.	3
Nb	5,28	1,80	2,87	4,31	3,95	1,56	1,6	5,8	4	6	He опр.	He опр.	4
Ta	0,25	0,00	0,92	0,24	0,20	0,10	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Zr	0,00	7,00	6,16	30,58	25,68	16,79	70	93	106	65	117	He опр.	77
Hf	0,00	0,37	0,35	1,23	1,01	0,56	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
La	17,27	8,84	9,15	4,80	2,94	4,63	9	19,9	16,2	9,3	13,3	8,2	16
Ce	27,66	18,10	21,24	13,90	7,86	10,54	24	44	28	17,1	25,3	16,2	23
Pr	3,34	2,56	2,64	1,32	0,86	1,14	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Nd	15,08	11,31	10,50	5,11	3,31	4,11	17,5	26	14	9,3	12	8,3	6,4
Sm	3,61	2,60	2,44	1,24	1,08	0,79	He опр.	He опр.	He опр.	1,3	1,7	1,7	1,8
Eu	1,26	0,92	0,87	0,46	0,45	0,29	0,95	1,2	0,6	0,6	0,67	0,52	0,6
Gd	3,27	2,43	2,67	1,06	1,02	0,76	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	1,3	He опр.	1,02
Tb	0,56	0,36	0,41	0,17	0,17	0,11	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	0,22	0,2
Dy	3,73	2,39	2,71	1,27	1,19	0,70	1,9	2,1	1,8	He опр.	0,85	0,635	0,68
Ho	0,76	0,53	0,61	0,26	0,24	0,14	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	0,14
Er	2,22	1,42	1,73	0,77	0,67	0,41	1,1	1	1,2	He опр.	He опр.	He опр.	0,34
Tm	0,32	0,22	0,27	0,13	0,11	0,07	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.	He опр.
Yb	2,38	1,44	1,74	0,82	0,73	0,41	1,02	0,85	0,88	0,55	0,4	0,29	0,45
Lu	0,46	0,23	0,26	0,14	0,12	0,06	He опр.	He опр.	He опр.	0,05	0,05	0,05	0,12

Примечание. 1–6 – породы тоналит-грандьемитовой серии Верхисетского массива; 7–9 – плиоцен-плейстоценовые адакиты островной дуги Замбоанга, Филиппины (Fernando G. Sajona et al., 1996); 10–13 – высокоглиноземистые породы грандьемит-тоналит-дацитовых серий (M. S. Drummond and M. J. Defant, 1990): 10 – кайнозойские дациты, 11 – мезозойские грандьемиты Идахо, 12 – палеозойские грандьемиты Норвегии, 13 – архейские грандьемиты южной Африки.

3 – низкие содержания Yb (<1,5 г/т) и Y (< 15 г/т),  
 4 – низкое содержание ВЗЭ (Nb, Ta), 5 – низкое  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $\cong 0.7043$ ).

Первые две химические особенности пород объясняются неустойчивостью плагиоклаза в области их магмогенерации. Низкие содержания Yb, Y и ВЗЭ (Nb, Ta), по всей видимости, являются следствием устойчивости амфибола и сфена в области магмогенерации этих пород. Хорошо известно, что практически все количество тантала в породе приходится на сфен. Дополнительным убедительным аргумен-

том в пользу такого вывода является распределение редких и редкоземельных элементов между минералами гранодиоритов Верхисетского массива. Как хорошо видно на рис. 2, сфен и роговая обманка содержат в себе почти все количество ниобия, тантала и половину иттрия и итербия от содержания этих элементов в породе. Геологическим подтверждением устойчивости этих минералов является их постоянное присутствие в реститах мигматизированных серий массива.



1 ◊ 2 ■

Рис. 2. Распределение редких и редкоземельных элементов в сфенах (1) и роговых обманках (2) гранодиоритов Верхисетского массива: А и Б – нормированные к хондриту, В, Г, Д, Е – % от содержания в породе.

В верхнем левом углу цифры обозначают номер образца.

Низкое первичное отношение стронция согласуется с плавлением молодого базитового материала.

Таким образом, в связи с формированием гранитоидов с «адакитовым» типом химизма, на примере Верхисетского массива, впервые на Урале была поднята проблема субдукции горячей океанической литосферы [Bea et al, 1997]. В современных активных окраинах адакитовые серии выявлены вблизи действующих зон океанического спрединга, где поглощается горячая океаническая литосфера. Сходство ранних серий Верхисетского массива с адакитами позволяет предположить и сходный механизм формирования тех и других.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 98-05-64826) и ФЦП «Интеграция»*

*Список литературы*

*Bea F., Fershtater G.B., Montero P.G. et al.* Generation and evolution of subduction-related batholiths from the Central Urals: Constraints on the P-T history of the Uralian Orogen // *Tectonophysics*, 1997. V. 276. N 1-4. P.103-116.

*Drummond M.S. and Defant M.J.* A model for trondhjemite-tonalite-dacite genesis and crustal growth via slab melting: archaean to modern comparisons // *Journal of Geophysical research*, 1990. V. 95. N B13. P.21503-21521.

*Sajona F.G., Maury R.C., Bellon H., Cotten J. and Defant M.* High field strength element enrichment of pliocene-pleistocene island arc basalts, Zamboanga peninsula, Western Mindanao (Philippines) // *Journal of Petrology*, 1996. V. 37. N 3. P. 693-726.