

Ниёзов А.С.

**ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИТОИДОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО
ТАДЖИКИСТАНА КАК ОТРАЖЕНИЕ ИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ**

Ниёзов А.С.

**БОРБОРДУК ТАЖИКСТАНДЫН ГРАНИТОИДДЕРИНИН ПЕТРОГЕОХИМИЯЛЫК
КАСИЕТТЕРИ АЛАРДЫН КАЛЫПТАНЫШЫНЫН ГЕОДИНАМИКАЛЫК
ШАРТТАРЫНЫН ЧАГЫЛЫШЫ КАТАРЫ**

A.S. Niezov

**GEOCHEMICAL PROPERTIES OF GRANITOIDS OF CENTRAL TAJIKISTAN AS A
REFLECTION OF THEIR GEODYNAMIC CONDITIONS OF FORMATION**

УДК: 553.52+550.428 (575.3-191.2)

Петрогеохимический состав гранитоидов Центрального Таджикистана определяется геодинамическими условиями их формирования.

Борбордук Тажикстандын гранитоиддеринин петрогеохимиялык касиеттери алардын калыптанышынын геодинамикалык шарттары менен аныкталат.

Geochemical composition of the Central Tajikistan granitoids determined by their geodynamic conditions of formation.

Известно, что классические методы изучения магматитов, ограничивающиеся в лучшем случае полным анализом петрохимии пород, не позволяют в силу анхизвектичности макрохимизма пород достигнуть определенного успеха в решении многих проблем петрогенеза и неразрывно связанного с ним процесса рудообразования. И поэтому, с целью более глубокого и совершенного анализа генетических особенностей магматических образований, в частности гранитоидов, последнее время все шире привлекаются более тонкие и современные методы петрогенетических исследований. К ним прежде всего следует отнести геохимическую типизацию гранитоидов-учения о систематике и анализе особенностей распределения редких элементов в гранитоидах с целью расшифровки условий и особенностей их формирования. Основы геохимической типизации гранитоидов разработаны Л.В.Таусоном и его коллегами [3,5,6,10-12]. Г.П.Недашковский [7] более акцентируя на петрохимические особенности и сходство условий гранитоидного петрогенеза, ввел понятие "петрогеохимический тип" гранитоидов.

Петрогеохимический тип гранитоидов объединяет группу пород гранитоидного состава, сходных по условиям петрогенеза, геологического положения и близких по вещественному составу, концентрации малых элементов и сопровождающемуся оруденению. Гранитоиды одного петрогеохимического типа

могут быть представлены в виде конкретных массивов, комплексов или других породных групп или ассоциаций с только им присущим характером эволюции, проявлением сходных рудно-магматических образований.

На основе сравнительного анализа геологоструктурного положения, минералогии, петрохимии и геохимии гранитоидов Зеравшано-Гиссарской зона Центрального Таджикистан нами выделены два геохимических типа: гранитоиды латиандезитового типа и редкометалльные граниты субщелочного ряда.

Латиандезитовый тип гранитоидов.

К латиандезитовому петрогеохимическому типу относятся гранитоиды кварц-диорит-(монцодиорит)-гранодиоритовой формации. Породы формации охарактеризованы достаточно большим количеством химических анализов (451), частично заимствованных из литературных источников. Процедура обработки анализов включала вычисление параметров распределения и дальнейшую проверку гипотезы о сходстве рядов распределения петрогенных окислов в пределах выделенных групп пород. Средние составы пород позволяют заметить изменения химизма в последовательном процессе формирования породной ассоциации. Например, от диоритов первой фазы к продуктам заключительной-аплитам, пегматоидам, намечается монотонное и закономерное увеличение содержания кремнекислоты, щелочей и убывания кальция, магния и других оснований.

На известной а-b-S-диаграмме А.Н.Заварицкого фигуративные точки занимают позиции, близкие к таковым для средних типов по Р.Дели, хотя и обладают рядом черт, определяющих их региональную специфику. Диориты по петрохимическим параметрам близки диориту Р. Дели. Химические составы кварцевых монцодиоритов лежат между средними типами кварцевых диоритов

и диоритов Р. Дели, отличаясь, однако, повышенным содержанием FeO, K₂O и пониженным-Fe₂O₃, CaO, Na₂O. Гранодиориты относятся к нормальному, нередко пересыщенному глиноземом, ряду, классу пересыщенных кремнекислотой, группе бедных и очень бедных щелочами, пород. Светлая часть в них, как правило, составляет около 80% в: (a+c+Q)=1: (3.5-4), железо систематически преобладает над магнием f: m=1: (0,6-0,8). Средняя магнезиальность гранодиоритов (m=43,0) выше по сравнению с гранодиоритами Р.Дели, несколько выше и содержания FeO и K₂O, а содержания Fe₂O₃ и H₂O в 2,5 и 5,2 раза, соответственно, меньше кларковых.

В ряде случаев в семействе гранодиоритов калий преобладает над натрием, что приводит к появлению монцогранодиоритов. Аплиты и аплит-пегматиты поздних этапов становления гранитоидных интрузивов на диаграмме А. Н. Заварицкого проявляют сходство по петрохимии со среднемировым составом гранитового аплита и, что характерно, отличаются одновременно несколько повышенными значениями коэффициентов известковистости и меланократовости. По параметрам Q и a/c они относятся к пересыщенным кремнеземом, умеренно богатым щелочами породам. Фигуративные точки составов даек второго этапа-диоритовых порфиритов, кварцевых монцодиоритовых порфиритов, гранодиорит- и гранит-порфиров занимают близкие позиции к среднемировым. Спессартиты, связанные со становлением гранитоидных массивов, близки по составу среднему спессартиту по Р. Дели, отличаясь от него повышенным содержанием Al₂O₃, K₂O и пониженным – P₂O₅, MnO, Fe₂O, MgO, CaO. Анализ распределения петрогенных окислов показывает на монотонность и неразрывность в их распределении по отношению к кремнеземистости, что, вероятно, свидетельствует с гомогенности вещественного состава гранитоидной ассоциации.

Почти во всех семействах пород выявлена значимая отрицательная корреляция кремнезема с MgO, FeO, MnO, CaO, TiO и существенная положительная с K O. Интересно отметить, что в ряду кварцевые монцодиориты–гранодиориты намечается ослабление связей SiO₂–K₂O, –CaO, –MnO, –FeO, –MgO, –TiO, –Fe₂O₃, –MgO, –CaO и ее усиление в парах Al₂O₃–MgO, –MnO.

В целом гранитоиды исследуемого района характеризуются повышенным, по сравнению с эталонными составами, содержанием закисного железа и калия и пониженным-окисного железа, кальция, марганца, натрия и конституционной воды. Особенно следует подчеркнуть характерную низкую степень окисления пород f= 0,01... 0,27 против таковой в стандартах Р. Дели, где она значительно высокая – 0,37–0,56. Эта особенность пород, очевидно, указывает на своеобразные условия их формирования.

Общее содержание нормативного альбита, кварца и ортоклаза, в гранитоидах района обычно не превышает 70-75%, в среднем колеблется в интер-

вале 60-65%, что явно ниже суммы кварц-полевошпатовой котектики предельных гранитов; количество основных и железомagneзиальных компонентов в них повышено.

Анализ поведения извести и щелочей с ростом кремнекислотности исследуемой ассоциации пород и распределения составов по шкале SiO₂ показывает незавершенность серии: рост калиевости пород происходит в конце восходящей эволюции гранитоидного магматизма, содержание натрия в этом направлении не испытывает заметного изменения.

Сравнение геохимии пород гранитоидов латиандезитового типа относительно гранитоидов известных петрогеохимических типов других регионов показывает, что по содержанию Na, F, Pb, Zn, Mo, Ni, высокому значению Ba, а также величинам редкоэлементного индекса F(Li+Rb)/(Ba+Sr) и отношений Ni/Co, K/Rb они весьма сходны с гранитоидами латитового подтипа андезитового петрогеохимического типа, а по уровню содержания K, Li, Be, Nb, Co очень близки к гранитоидам известково-щелочного подтипа этого же ряда. Промежуточное положение монцонитоидных гранитоидов подчеркивается данными по B, Na, Sr, Zr, Ba. Главные минералогические особенности гранитоидов также хорошо согласуются с таковыми сравниваемых эталонных составов [7]. По наиболее характерным элементам - Na, K, F, Sr, Ba и отношению K/Rb исследуемые гранитоиды практически не отличаются от монцонитоидных гранитоидов Улской вулcano-плутонической ассоциации, на примере которой М. Н. Захаровым и др. [2] впервые был выделен промежуточный, латиандезитовый, геохимический тип гранитоидов.

Сравнение с другими известными гранитоидными ассоциациями, описанными Л.В.Таусоном [11], Г.П.Недашковским [7], М.И.Кузьминым [6] позволяет заметить, что в целом гранитоиды района обогащены оловом, вольфрамом, а также молибденом, что отражает, очевидно, провинциальную их особенность. В связи с последней также следует подчеркнуть на редкость постоянное и весьма выдержанное отношение (Ca+Na+K)/4Al, которое колеблется в пределах 0,19... 0,24.

Монцонитоидный характер гранитоидов, отмеченный выше, подчеркивается высоким содержанием элементов семейства железа (Co, Ni, Cr, V). Анализ распределения элементов в дайковых образованиях поздней субфазы (табл. 1) показывает, что они по редкометалльному составу и индикаторным отношениям не отличаются от гранитоидом главной фазы. Это одновременно с близостью геолого-структурных особенностей и общностью пространственно-временных связей указывает на генетическое родство даек с интрузивными гранитоидами, и, следовательно, их следует рассматривать как обособленную заключительную, фацию монцонитоидной формации.

Таблица 1 - Редкоэлементный состав аплитов и даек второго этапа становления гранитоидов.

№	Элемент	Аплиты	ДП	КМДП	ГРП	СП	Среднее по дайкам
1	Na, %	2,48	2,18	3,11	2,62	2,59	2,63
2	K, %	3,52	2,12	2,08	2,45	1,99	2,16
3	F	500	820	810	810	760	800
4	Li	7	26	26	27	22	25
5	B	23	13	17	20	10	15
6	Rb	150	87	80	83	82	83
7	Be	1,5	-	1,8	-	0,9	1,8
8	Sr	170	556	571	568	543	560
9	Ba	500	1700	1500	1500	1400	1520
10	Sn	2,3	4,1	2,7	6,2	2,5	3,9
11	Pb	33	18	27	26	10	20
12	Zn	55	71	60	52	73	64
13	W	3	5	5	5	5	5
14	Mo	1,9	-	1,6	1,8	1,2	1,5
15	Zr	14	218	210	212	190	208
16	Ni	13	21	32	12	73	34
17	Co	3	12	10	11	26	15
18	Cr	35	91	110	62	140	101
19	K/Rb	235	240	260	295	240	260
20	Ba/Rb	3	20	19	18	24	18
21	Ni/Co	4,3	1,8	3,2	1,1	2,8	2,3
22	F(Li+Rb)/(Sr+Ba)	120	40	40	40	40	40
Кол.	анализов	11-32	2-4	10-29	3-14	2-4	28-83

Примечание: ДП-диоритовые порфиристы; КМДП-кварцевые диоритовые (монцодиоритовые) порфиристы; ГРП-гранит-, гранодиорит-порфиры; СП-спессартиты.

Редкометалльные граниты субщелочного ряда

Химический состав гранитоидов этого петрогеохимического типа характеризуется повышенной кремнекислотностью, щелочностью и пониженной основностью. Сравнение средних составов пород обнаруживает закономерные тенденции в поведении главных петрогенных элементов. Так, по мере дифференциации магмы все более увеличивается роль SiO₂, K₂O, происходит параллельно с этим убывание содержания TiO, MgO, CaO, Fe₂O₃, P₂O₅.

По значению Q (28-33) и а/с (5,2-13,9) граниты относятся к классу пересыщенных кремнекислотую и богатых щелочами пород, им характерны низкие коэффициенты титанистости (t=0,1-0,4) и меланократовости (v=2,8-6,8). Породы наиболее близки к мировому граниту по Р. Дели. Отличие выражается в несколько повышенной кислотности, пониженном содержании TiO₂, Fe₂O₃ и H₂O. Коэффициент агаитности пород (K₂O+Na₂O)/Al₂O₃ (вес. %), по сравнению с монцонитоидами, как правило, высок: 0,54-0,62. Сравнение гранитов субщелочного ряда с гранитами заключительной фазы монцонитоидной формации выявляет, что первые отличаются заметно пониженным содержанием TiO₂, MgO, CaO. Такие же различия наблюдаются при сопоставлении продуктов поздней субфазы двух формаций.

Резкое отличие намечается при анализе составов лампрофировых даек. В спессартитах гранитлейкокраевой формации резко повышено содержание K₂O (3,62% против 2,53%), Na₂O (3,21-2,83), FeO (7,20-5,11), CaO (7,36-5,52), а концентрация SiO₂ (52,44), MgO (4,91) ниже (соответственно 55,25% и 5,45%). Такое же соотношение характерно и составу керсантитовых даек этих формаций.

Редкоэлементный состав гранитов субщелочного ряда (табл. 2) отличается, прежде всего, резко повышенными содержаниями K, Li, Rb, Be, Sr, Sn, Nb. Отличие и самостоятельность этого геохимического типа гранитоидов от вышеописанного подчеркивается наиболее характерными отношениями Ni/Co (2,7), K/Rb (140) и значением редкоэлементного индекса (410). Средний редкоэлементный состав по отдельным фазам показывает на дифференцированное распределение фтора, лития, рубидия, стронция, бария, цинка, циркония, ниобия, хрома, содержание которых от ранних гранитов к поздним увеличивается (F в 1,1 раза, Rb-1,2, Nb-2,0) или наоборот, падает (Sr-4,2 раза, Ba-7,2, Sn-2,1, W-1,7, Zr-12,6, Cr-1,2).

Таблица 2 - Редкоэлементный состав редкометалльных гранитов субщелочного ряда

Элемент	1	2	3	4	5
Na, %	4,66	2,58	2,37	2,40	3,10
K, %	3,71	3,96	3,73	3,80	3,80
F, %	0,072	0,081	0,072	0,108	0,090
Li	(73)	(30)	(71)	47	52
B	26	10	33	18	
Rb	267	317	270	295	270
Be	3,7	3,2	3,7	4,7	4,8
Sr	187	45	176	-	170
Ba	450	60	430	-	500
Sn	14,9	6,7	14,5	6,5	5,7
Pb	44	57	45	28	20
W	9	5	9	2,6	2,1
Mo	1,6	1,8	1,6	1,5	1,8
Zr	126	10	120	410	
Nb	17	32	17	122	
Ni	10	8	10	4,8	
Co	6	5	6	3,2	
Cr	32	27	30	12	
K/Rb	140	125	140	130	140
Ba/Rb	2,7	3,6	2,7	1,5	
F(Li+Rb)/(Ba+Sr)380	2760	410	-	430	

Примечание. 1-граниты главной фазы, 2-граниты поздней субфазы, 3-среднее по формации, 4-граниты риодацитового типа, 5-редкометалльные граниты щелочного ряда.

Каждый выделенный выше петрогеохимический тип гранитоидов характеризуется определенной спецификой, служащей одновременно и индивидуальной особенностью. Монцонитоидные гранитоиды обогащены как коровой ассоциацией элементов (W (KK=3), Mo (2), Sn (3), As (3)), так и некогерентными, "базальтоидными", элементами: Mg(1,1), Ca

(1,1), Ba (2), Sr (1,5), Cr (1,5), Co (1,5). Примечательно, что относительно высокий уровень содержания перечисленных элементов сохраняется во всех производных ассоциаций, вплоть до продуктов поздней субфазы (аплитов, пегматоидов). Общий геохимический профиль монцитонитов определяется нами как фемическо-сиалический оксифильно-гетерофильный [13].

Своеобразна геохимия петрогенных элементов в гранитоидах: содержание окисного железа, конституционной воды низкое, а магния, закисного железа и кальция заметно высокое. Отражением этой особенности служит низкая степень окисленности железа (0,01-0,27), повышенная меланократовость и известковистость пород (8,9).

Редкометалльным гранитам субщелочного ряда присуща типично коровая ассоциация элементов: K+Rb+Li+Sn+Be, т. е. центробежные элементы. Эту ассоциацию можно характеризовать как сиалическо-гетерофильной оксифильной [13]. Петрохимические особенности пород характеризуются повышенными содержаниями щелочей и кремнезема, пониженными – магния и кальция.

Индивидуальность выделенных петрогеохимических типов гранитоидов подтверждается статистическими различиями семейства пород по распределению 12 петрогенных окислов, где единицей отличия объектов служит безразмерная единица – обобщенное расстояние D^2 Махаланобиса [1].

Сравнительная петрохимия формаций относительно ведущего окисла-кремнекислоты подчеркивает, прежде всего, обособленность химизма различных типов гранитоидов. Наличие глубокого минимума в интервале 66-70% SiO_2 позволяет констатировать отсутствие преемственности и/или связи между химизмом формаций. Индивидуальность агбаиджумонских гранитов на диаграмме вскрывается также характерными трендами как щелочей (Na_2O и K_2O) и их сумм, так и извести.

В целом, как следует из вышеприведенного материала, петрогеохимические особенности гранитоидов Центрального Таджикистана являются четкими индикаторами, которые могут быть использованы для расшифровки геодинамических условий их формирования.

Литература:

1. Абрамович И.И., Груза В.А. Фациально-формационный анализ магматических комплексов. М.: Недра, 1972.– 241 с.
2. Захаров М.Н., Гундобин Г.М., Пискунов Ю.Г., Залищак Б.Л. Петрохимия и геохимические особенности гранитоидов золоторудных месторождений Тихоокеанского пояса // Геология и геофизика, 1983, №12.–С.60-67.
3. Коваленко В.И., Кузьмин М.И., Антипин В.С., Коваль П.В. Зональность ареала магматических и метасоматических пород западной части Монголо-Охотского пояса и некоторые вопросы их генезиса // Геохимия и петрология метасоматоза. Новосибирск, Наука, 1975.– С.103 – 174.
4. Котов Н.В. Петрология гранитоидных интрузий западной части Зеравшанского хребта. Л., Изд-во ЛГУ, 1965.–156 с.
5. Кузьмин М.И. Две генетические группы мезозойских внегесинклинальных гранитоидов западной части Монголо-Охотского пояса // Геохимические критерии потенциальной рудоносности гранитоидов. Ч.1, Иркутск, 1971.–С.163 – 166.
6. Кузьмин М.И. Геохимия магматических пород фанерозойских подвижных поясов. Новосибирск, Наука, 1985.–199 с.
7. Недашковский П.Г. Петрохимические типы и рудоносность гранитоидов Дальнего Востока. М., Наука, 1980.– 204 с.
8. Ниёзов А.С. Состав гранитоидов в координатах F-Al^I как функция их формационной специфики // М-лы республ.научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Душанбе, 1985.–С.89.
9. Ниёзов А.С. Геохимия гранитоидного магматизма западной части Зеравшано-Гиссарской зоны (Южный Тянь-Шань) // Изв.АН ТаджССР. Отд. физ.-мат., геол. и хим. н., Душанбе. 1986.–32 с.; деп. в ВИНТИ 05.09.86, № 6518-Б.
10. Таусон Л.В. О геохимических типах гранитоидов/ Ежегодный сборник Института геохимии. Иркутск, 1973.–С.3-19.
11. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М.: Наука, 1977.–280 с.
12. Таусон Л.В. Геохимические типы гранитоидов / Доклады сов. геологов на Всемир. геол. конгр. Секция Петрология, М., 1984.–С.29-32.
13. Щербаков Ю.Г. Космогеохимическая систематика элементов и металлогенический анализ // Геохимия золота, редких и радиоактивных элементов. Новосибирск, Наука, 1981.–С.5–18.

Рецензент: д.геогр.н., профессор Мухаббатов Х.