

ГЕОХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ГРАНИТИЗАЦИИ

Глебовицкий В.А., Седова И.С., Саморукова Л.М.

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург,
vg@vg1404.spb.edu

Ультраметаморфизм, имеющий место в региональном масштабе при температурах выше 600-650°C и давлениях 3-10 кбар, включает три основных процесса: инфильтрационную метасоматическую гранитизацию, анатексис и диатексис. В ряде регионов инфильтрационная гранитизация и несколько запаздывающее парциальное плавление приводит к объемному замещению толщ плагио- и гранито-гнейсами в амфиболитовой фации, эндебито- и чарнокитогнейсами в гранулитовой. Дальнейшее развитие анатексиса приводит к формированию послонных и ветвистых мигматитов, а диатексис инициирует реоморфизм. В других областях ультраметаморфизм начинается с развития мигматитов и завершается гранитизацией.

Ограничимся изучением закономерностей преобразования кристаллических сланцев основного-среднего состава при объемном замещении в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций (Нимнырский блок Алданского щита) и в условиях амфиболитовой фации при умеренном и существенном привносе К (Нюкжинский блок Джугджуро-Становой области и Нимнырский блок). Кристаллосланцы Нимнырского блока принадлежат к толеитовым базальтам. Нюкжинские кристаллосланцы – к известково-щелочной серии иногда повышенной К щелочности (табл. 1). Типичная ассоциация кристаллосланцев амфиболитовой фации Hbl+Bt+Pl±Qtz±Cpx, гранулитовой

Таблица 1

Средние составы кристаллосланцев (sch) и гранитоидов (Lc)

	Asch ^{gr}	Asch ^{am}	Nsch ^{am}	ALc ₁ ^{gr}	ALc ₁ ^{am}	NLc ₁ ^{am}
SiO ₂	51.93	50.19	52.83	68.87	72.40	69.88
TiO ₂	1.53	1.26	1.09	0.50	0.37	0.39
Al ₂ O ₃	14.86	14.46	15.92	14.80	13.19	15.23
FeO*	12.41	11.14	9.88	3.59	2.68	3.26
MgO	5.26	5.26	4.91	1.02	0.63	1.01
CaO	7.13	8.45	7.49	2.54	1.76	2.71
Na ₂ O	3.56	3.88	3.44	3.96	4.40	4.16
K ₂ O	1.14	1.26	1.96	3.50	3.49	2.43
Rb	41	48	50	121	103	57
Ba	370	360	551	758	865	1236
Sr	324	246	779	203	188	1223
Th	2.79	6.56	3.45	29.83	19.13	8.60
U	0.49	1.11	0.79	2.29	1.17	0.62
LREE	121	142	112	286	310	176
Eu	1.58	1.55	1.33	1.47	1.85	1.44
HREE	10.7	29.3	14.8	15.7	21.8	9.4
Y	15.1	47.2	21.4	20.1	28.3	10.4
Zr	121	219	154	252	252	244
Nb	10.0	18.9	8.6	16.6	16.6	6.4
Ta	0.38	1.25	0.44	1.20	0.79	0.45
Pb	13	9.4	7.12	23.01	15.25	9.35
V	11	206	194	45	14	51
Cr	137	99	94	47	69	11
Co	19	32	32	7	3	8
Ni	29	24	34	11	7	6
Ga	21	23	19	21	20	17

Примечание. Asch^{gr}, Asch^{am}, Nsch^{am} – кристаллосланцы Алдана и Нюкжи гранулитовой и амфиболитовой фаций; формирующиеся по соответствующим сланцам в гранулитовой фации эндебито- и чарнокитогнейсы – ALc₁^{gr}, в амфиболитовой – плагиогранито- и гранито-гнейсы ALc₁^{am}, NLc₁^{am}. Окислы – масс.%, элементы – г/т.

Орх+Срх+Нbl+Pl+Bt±Qtz. В Нимнырском блоке при гранитизации в гранулитовой фации наблюдается дебазификация кристаллосланцев и последовательное замещение их породами диоритового состава, а затем эндербито- и чарнокитогнейсами, объединенными в группу Lc_1^{gr} . В амфиболитовой фации возникают плагиогранитогнейсы и затем преобладающие гранитогнейсы (Lc_1^{am}).

От субстрата к Lc_1 в гранулитовой фации параллельно с обеднением пород Ti, Mg, Fe наблюдается уменьшение содержаний V, Co, Ni и обогащение Si, K, Rb, Ba, Pb и LREE (табл. 1). Можно отметить уменьшение Y и HREE от субстрата к эндербитогнейсам и увеличение их к чарнокитогнейсам. Подобная направленность изменения составов характерна и для серий гранитизации в условиях амфиболитовой фации, исключая HREE, Y, Ta, U, содержания которых уменьшаются. Степень преобразования пород более существенна в гранулитовой фации. Образование полей чарнокито- и гранитогнейсов не только по базитам, но и по толщам гнейсов, требует значительного привноса щелочей и Si и соответственно выноса мафических элементов. Из табл. видно, что средние содержания некоторых главных и малых элементов в Lc_1 , объединяющих плагиоклазовые и отстающие калишпатовые разновидности гранулитовой и амфиболитовой фаций, существенно различаются. Значимо более высокие содержания Ti, Mg, Fe, V, Pb, U и низкие Si отличают Lc_1^{gr} от Lc_1^{am} . Отметим также тенденции уменьшения Cr, Y, HREE от Lc_1^{am} к Lc_1^{gr} . Характерно, что в ядрах циркона, который является концентратором этих элементов, содержания HREE и Y также уменьшаются. Выявлена четкая тенденция возрастания K/Rb отношения в гранитоидах амфиболитовой фации относительно гранулитовой. Предполагается, что во флюидном потоке, с которым связана гранитизация, в зависимости от температуры имела место дифференциация элементов: преимущественное накопление в тыловой высокотемпературной части потока (гранулитовая фация) вместе с CO_2 таких элементов как Ti, Mg, Fe, Ca, Rb, Pb и транзитных малых элементов, а во фронтальной части (амфиболитовая фация) вместе с H_2O и H_2 – Si, Na, K, Ba, REE, Y. Это подтверждается возрастанием доли включений CO_2 и отношения C/N в минералах и породах гранулитовой фации относительно амфиболитовой. В ходе этих процессов в результате привноса Si, щелочей и сопутствующих малых элементов происходит дебазификация пород. Отстающее парциальное плавление пород в условиях незначительного повышения температуры привело к образованию послойных мигматитов с лейкосомами Lc_2 , и завершилось диатексисом и реоморфизмом с образованием гранитов и чарнокитов (Lc_3). Можно констатировать, что направленность изменения состава пород при гранитизации в условиях гранулитовой и амфиболитовой фации в целом одинакова, а различия в составе возникающих гранитоидов определяются различием в температуре процессов, которая существенно влияет на мафические элементы и HREE, чем на элементы LIL.

Сравнение серий гранитизации Нимнырского (А) и Ньюкинского блоков (N), возникающих при близких температурах (амфиболитовая фация), показывает, что направленность преобразования базитов в гранитогнейсы одинакова в сравниваемых регионах для изученных элементов, кроме Sr, U, Ta. Интенсивность преобразования отчетливо более существенная по K, Rb, LREE для Алдана. Алданские гранитогнейсы относительно ньюкинских обогащены K, Rb, HREE, Y, Th, Nb, обеднены V, Sr, Co. С учетом особенностей составов последующих генераций мигматитовых лейкосом на Алдане, в частности преобладания среди них субщелочных гранитоидов, следует признать активный привнос щелочей и LREE флюидным потоком на протяжении всего периода гранитообразования. Это связано с развитием рассмотренных процессов на Алданском щите в ранее возникшей и стабилизированной континентальной коре под действием флюидных потоков из более глубоких источников в отличие от Джугджуро-Становой области.