

*Экология и рациональное природопользование**Геолого-минералогические науки***КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАНИТОИДОВ
НА ОСНОВЕ СОСТАВОВ БИОТИТОВ**

Гусев А.И.

*Бийский государственный педагогический
университет им. В.М. Шукшина
Бийск, Россия*

На основе опубликованных составов биотитов и авторских данных по различным регио-

нам (2625 анализов) проведена оценка средних содержаний элементов в биотитах для основных петрогенетических типов гранитоидов, имеющих достоверную диагностику (табл. 1). Использовались комплексные критерии для отнесения гранитоидов к шести стандартным типам – М, AD, I, S, SH, A [1].

Таблица 1

Средние составы биотитов стандартных типов гранитоидов (масс. %)

Компо- ненты	М-тип, n = 59		I-тип, n = 1043		S-тип, n = 267		A-тип, n = 941		SH-тип, n=256		AD-тип, n=35	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
SiO ₂	35.49	0.73	37.21	0.97	37.22	1.01	37.43	1.76	39,01	1,45	36,53	0,97
TiO ₂	3.29	1.31	3.19	0.73	2.80	0.51	2.29	1.02	2,24	0,97	2,89	0,78
Al ₂ O ₃	11.89	1.61	15.08	1.28	17.71	1.88	15.15	3.83	13,89	1,78	16,56	1,06
Fe ₂ O ₃	3.26	0.33	3.98	1.54	3.7	1.94	6.72	4.49	6,89	1,23	4,18	2,13
FeO	15.53	3.27	16.21	2.63	18.88	2.5	17.94	6.07	10,54	1,77	14,53	1,98
MnO	0.54	0.06	0.45	0.11	0.47	0.31	0.64	0.35	0,75	0,44	0,26	0,34
MgO	18.71	5.29	10.5	2.42	6.89	2.39	5.61	4.69	12,47	2,23	13,11	2,43
CaO	1.07	0.62	0.82	0.79	0.32	0.37	0.77	0.48	0,03	0,01	0,60	0,07
Na ₂ O	0.13	0.02	0.22	0.10	0.18	0.08	0.54	0.47	0,15	0,02	0,17	0,03
K ₂ O	6.93	0.61	8.1	0.95	8.56	1.05	7.87	0.83	9,45	1,11	8,44	1,34
P ₂ O ₅	0.22	0.09	0.07	0.04	0.15	0.08	0.09	0.11	0,32	0,12	0,19	0,06
F	0.31	0.13	0.54	0.16	0.88	0.34	2.26	1.79	1,67	1,22	0,45	0,14
H ₂ O+	2.81	0.51	3.06	0.36	3.27	0.83	2.35	0.91	2,21	0,89	1,92	1,32
Cl	0.2	0.07	0.38	0.29	0.12	0.08	0.07	0.07	0,06	0,01	0,62	0,33
Li ₂ O	-	-	-	-	0.063	0.03	0.432	0.18	0,34	0,11	-	-
Rb ₂ O	-	-	-	-	0.072	0.04	0.824	0.27	0,77	0,21	-	-
Fe ₂ O ₃ /Fe O	0.21		0.24		0.19		0.37		0,65		0,29	
f	39.9		55.98		67.7		75.4		73,4		52,9	
l	25.6		33.0		38.5		33.4		31,5		36,9	
y	188.7		190.9		190.6		188.1		187,8		188,6	
lg fO ₂	-8.1		-12.1		-14.2		-12.5		-12,9		-11,8	
T°C	915		710		625		565		585		910	
lg fHF/ fHCl	-4.32		-2.71		-1.2		0.40		0,34		-3,12	
Al _{IV}	1.71		1.82		1.94		1.77		1,72		1,82	
Al _{VI}	-0.12		0.27		0.50		0.35		0,38		0,48	

Примечание: f – железистость ($f = 100x (Fe / Fe+Mg)$); l – глинозёмистость ($l = 100x Al / Al+Si+Fe+Mg$); y – условный потенциал ионизации по В.А. Жарикову (1967); lg fO₂ – логарифм фугитивности кислорода; T°C – температура; lg fHF/fHCl – логарифм отношений фугитивностей плавиковой и соляной кислот; Al_{IV} и Al_{VI} – алюминий тетраэдрической и октаэдрической координации в структурной формуле биотита; n – объёмы выборок; X – среднее содержание, %; S – стандартные отклонения.

Анализ данных табл. 1 показывает, что средние содержания элементов в слюдах закономерно меняются от М- к А-типу. На фоне уменьшения концентраций титана происходит снижение температуры кристаллизации. В этом же направлении происходит увеличение концентраций фтора (от 0.31 до 2.26 %), суммарного железа (от 18.79 % для М-типа до

24.66 % у А-типа) и общей железистости (от 39.9 до 75.4). Увеличение титанистости слюды с ростом температуры установлено экспериментально и подтверждено на многочисленных природных примерах [3]. Известно, что вхождение в кристаллическую решётку триоктаэдрических слюды дополнительных многовалент-

ных катионов, таких как титан, облегчается с повышением температуры [2].

Заметные вариации составов биотитов позволили после пересчётов на кристаллохимические коэффициенты индивидуальных анализов построить трёхкомпонентную диаграмму, на которой уверенно дискриминируется принадлежность биотитов к конкретному петрогенетическому типу. Координаты диаграммы охватывают наиболее важные структурогенные компоненты биотита, участвующие в его тетраэдрических и октаэдрических позициях (железистость, глинозёмистость биотитов), а также F и OH, являющиеся первичными в анионном каркасе, и определяющими, в значительной степени, флюидный режим петрогенезиса пород. Петрогенетические типы гранитоидов отражают геодинамическую обстановку формирования.

На классификационной диаграмме средние составы биотитов (рис.1) образуют устойчивый тренд от магнезиального (M-тип) к железистым (A- и SH -типам) биотитам. Слюды первого наиболее приближены к флогопитам, а последних – к сидерофиллитам и лепидомеланам. Биотиты I- и S-типов относятся к железистым разновидностям с различными соотношениями магния и железа. Наиболее железистые биотиты гранитов A- и SH-типов имеют самые низкие значения условного потенциала ионизации по В.А. Жарикову ($\mu=188,14$ и $187,8$) и, следовательно, характеризуется наименьшей кислотностью и наибольшей основностью сравнительно со слюдами других типов гранитоидов. В то же время это наиболее щёлочнометалльные типы (в понимании Д.С. Коржинского) и обогащённые такими летучими компонентами как фтор, бор и другими. A-тип гранитоидов обогащён не только щёлочными металлами, но и часто содержит щелочные темноцветные минералы (эгирин, арфведсонит, рибекит, озанит и другие). Характеризуясь обогащённостью щелочными металлами, этот тип обладает высокой степенью окисленности, создающей благоприятную среду, необходимую для поддержания химической активности высокочarged катионов (Fe^{3+} , Nb, Ta, некоторых REE и других) на достаточно высоком уровне. В биотитах A-типа гранитоидов, в соответствии с выше сказанным, наблюдаются и максимальные концентрации триоксида железа, а также отношения Fe_2O_3/FeO . Слюды I-типа гранитоидов характеризуются максимальной величиной условного потенциала ионизации, отвечающего высокой кислотности минерала, сравнительно с другими типами (табл. 1). Самые высокие концентрации хлора в составе летучих компонентов и довольно вы-

сокие значения водосодержаний в биотите этого типа гранитоидов, вероятно, создают благоприятные условия для генерирования такими магмами оруденения золота, меди, железа.

Группа M-типа содержит наименьшее число анализов и охватывает трондьемиты, комплексов Горного Алтая, плагиограниты офиолитовых комплексов Северного Кавказа, плагиограниты маинского комплекса Енисейского массива Западного Саяна. Зарубежные данные включают составы биотитов M-типов плагиогранитов Китая, Канады, Австралии.

Совокупность гранитоидов I-типа представлена наибольшим количеством анализов слюд и содержит большой спектр комплексов Алтае–Саянского региона, Забайкалья, Большого Кавказа, Урала, Средней Азии, Австралии, Северной и Южной Америки, Шотландии, Западной Европы.

Это мантийно-коровые гранитоиды. Инициальные магмы пород I-типа имеют разную степень контаминации корового материала. Геодинамические режимы их генерации отвечают островным дугам, континентальным окраинам, коллизионным обстановкам, внутриконтинентальным рифтам.

В S-типе гранитов, как правило, встречаются реститы метаосадочных пород, а плутоны, сложенные S-типом гранитов, сопровождаются мигматитами. Это гиперглинозёмистые граниты с нормативными и модальными высокоглинозёмистыми минералами: кордиеритом, андалузитом, силлиманитом, гранатом. S-тип гранитоидов характерен для коллизионных геодинамических обстановок. В выборку S-типа гранитоидов вошли составы биотитов анализируемых магматитов Алтае–Саянской складчатой области, Забайкалья, Большого Кавказа, Воронежского кристаллического массива, Карелии, Алдана, Австралии, Западной Европы и других регионов.

Анорогенные гранитоиды A-типа включают разнородные интрузивные образования кислого ряда: моношпатовые щелочные гиперсольвусные, рапакиви, двуполевошпатовые субсольвусные умеренно-щелочные и плюмазитовые редкометалльные. В выборку этого типа вошли биотиты гранитоидных комплексов Алтае–Саянского региона, Средней Азии, Монголии, Забайкалья, Большого Кавказа, Балтийского щита, рифта Рио-Гранде, грабена Осло, Восточно-Африканской рифтовой системы. Это мантийно-коровые и мантийные гранитоиды различных геодинамических обстановок: мантийных горячих точек, внутриконтинентальных рифтов, связанных с горячими точками.