УДК 549.623.52:552.43+550.42

КАЙНОЗОЙСКИЕ ГРАНИТОИДЫ БОЛЬШОГО КАВКАЗА: ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ, ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ И РУДОНОСНОСТЬ

Гусев А.И.

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, г. Бийск, Россия, e- mail - anzerg@mail.ru

Приведены составы биотитов кайнозойских гранитоидов Большого Кавказа и на их основе проведена классификация петрогеохимических типов. Выделены 4 типа гранитоидов: I, SH, AD, A с возрастом от N_1 до N_2^3. В Тырныаузском рудном поле развиты гранитоиды I-, AD-, и A- типов. Впервые в Тырныаузском рудном поле выделены гранитоиды адакитового типа (AD) предположительно ранненеогенового возраста. Оценены параметры флюидного режима гранитоидов и установлены аномальные параметры, обуславливавшие рудогенерирующий потенциал магматитов.

Ключевые слова: петрогенетические типы гранитоидов, состав биотитов, флюидный режим, летучие компоненты, рудогенерирующий потенциал

CENOZOIC GRANITOIDS OF BIG CAUCASUS: PETRPGENETIC TYPES, FLUID REGIME AND ORE MINERALIZATION

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, Russia, e- mail anzerg@mail. ru

Data on composition of biotites Cenoozoic granitoids of Big Caucasus lead in paper and petrogenetic types granitoids lead classification on composition of biotites. 4 types granitoids detached: I, SH, AD, A with age from N_1 to N_2^3. Granitoids of I-, AD-, and A-types developed in Tirniauz ore district. Adakitic type (AD) detached in Tirniauz ore district at the first possibility Lower Neogene age. Parameters of fluid regime of granitoids evaluated and abnormal parameters of fluid regime put, causing ore generating potencial of magmatits.

Keywords: petrogenetic types granitoids, composition of biotites, fluid regime, volatile components, ore mineralization potencial

Введение

В истории развития складчато-глыбовой системы Большого Кавказа альпийский тектоно-магматический этап играл существенную роль в наращивании континентальной коры в южном обрамлении эпигерцинской Скифской плиты. Глубинные процессы этого этапа обеспечивали становление многочисленных типов эндогенного оруденения (W, Mo, Sn, Pb, Zn, Cu, Hg, Sb, As, Au, U), обнаруживающими связь с гранитоидами различного генезиса [8]. *Целью исследования* является выявление петрогенетических типов гранитоидов кайнозойского этапа, их флюидный режим и потенциальная рудоносность.

Типизация гранитоидов и их флюидный режим

Мезо-кайнозойская структура Большого Кавказа включает заметно различающиеся по стилю и степени дислоцированности альпийского чехла следующие тектонические элементы, в которых проявлен гранитоидный магматизм (с севера на юг): Северо-Кавказский краевой массив (сопрягается на севере со Скифской плитой), складчато-глыбовое поднятие Главного хребта Центрального Кавказа (отделяется от краевого массива по Пшекиш-Тырныаузскому левому сдвигу), складчатая зона Южного склона Главного хребта (отделена от предыдущего поднятия зоной глубинного Главнокавказского разлома, приводящего в контакт активные блоки современной тектоносферы). Характерной особенностью проявления кайнозойского гранитоидного магматизма является его приуроченность к зоне Транскавказского поперечного поднятия (ТПП), пересекающего все вышеуказанные зоны «кавказского» простирания.

Петрологическое изучение гранитоидов Большого Кавказа проводилось комплексно с использованием геологических, петрографических, минералогических, петро-и геохимических данных. На этой основе для целей палеогеодинамических реконструкций были выделены различные петрогенетические типы кайнозойских гранитоидов [1]. В последнее время получены новые данные по геологическому положению гранитоидов и их петрологии. Настоящее сообщение базируется на новых данных с акцентом на изучении химизма биотитов кайнозойских

гранитоидов региона (47 анализов биотитов), как это было выполнено для кислых магматитов палеозойского и мезозойского этапов развития Большого Кавказа [2, 6].

В зоне складчато-глыбовое поднятия Главного хребта Центрального Кавказа в неогене образовались небольшие тела и сопровождающие их дайки субвулканических порфировых образований теплинского комплекса, по составу варьирующие от диоритов до гранитов. Биотиты гранитоидов этого комплекса отличаются повышенными концентрациями воды, а также таких летучих компонентов, как F, Cl, B. По химизму биотитов породы характеризуемых порфировых образований относятся к I-типу гранитов (рис.1). Варьирующие соотношения Mg, Fe, F, OH в слюдах дискриминируют породы комплекса в различные поля: I- тип умеренно контаминированный, I- тип слабо контаминированный и I-тип сильно контаминированный и редуцированный.

В области Северо-Кавказского краевого массива в неогене генерированы гранитоиды 2 комплесов: тырныаузского и кавминводского. Трахидациты последнего распространены локально в области Кавминводского поднятия. Биотиты их отличаются минимальными показателями в отношении воды. В них довольно высокие концентрации Fe, при почти равных соотношениях Fe^{2+} и Fe^{3+} (табл.1). По химизму биотита трахидациты кавминводского комплекса относятся к анорогенным гранитоидам A_1- типа. К такому же типу анорогенных субсольвусных гранитоидов они отнесены и по петро- геохимическим данным. Детально вопросы флюидного режима этих грантоидов рассмотрены ранее [4,5].

Особого рассмотрения заслуживают гранитоиды Тырныаузского рудного поля, попадающие, как и интрузивные образования теплинского и кавминводского комплексов в область термодинамически активной тектоносферы с повышенным тепловым потоком. Традиционно в составе тырныаузского комплекса рассматривались плагиограниты г. Паук, лейкограниты г. Самолёт и эльджуртинские анортоклазовые биотитовые граниты. Этот же объём комплекса принят в Серийной Легенде масштаба 1:200000. Однако, как установлено А.А. Курдюковым [7] трондьемиты г. Паук следует рассматривать как палеозойские образования. Трондьемиты слагают западную часть г. Паук, а в восточной части они пронизаны сложно ветвящимся штоком лейкократовых двуполевошпатовых гранитов, воздействующих на плагиограниты, что не могло не сказаться на искажении K-Ar системы, по которой для трондьемитов г. Паук получен возраст 20 млн. лет (N_1(?). Геологические данные указывают на то, что трондьемиты, двуполевошпатовые лейкограниты и эльджуртинские анортоклазовые граниты должны рассматриваться в качестве самостоятельных возрастных и вещественных единиц. На это же указывают и особенности химизма биотитов анализируемых гранитоидов (рис.1). При этом, трондьемиты следует рассматривать в составе самостоятельного комплекса. При этом А.А. Курдюковым они рассматривались в составе архызского комплекса (PZ_2) [7]. По нашим данным, биотиты трондьемитов попадают в поле адакитвых гранитоидов (AD-типа гранитоидов), в отличие от арзызских гранитоидов, отнесённых к M-типу [2]. Биотитам трондьемитов свойственны высокие концентрации MgO и низкие - летучих компонентов (H_2O, B_2O_3, F, Cl). Для двуполевошпатовых лейкогранитов г. Паук, Самолёт и даек справедливо оставить название тырныаузского комплекса (PZ_3). Для биотитов лейкогранитов характерны самые низкие концентрации H_2O, но повышенные содержания B_2O_3, F и особенно Rb_2O и Li_2O. Высокие концентрации последних свойственны редкометалльным лейкогранитам по Л.В. Таусону. По геологическим данным двуполевошпатовые лейкограниты являются интрарудными и интраскарновыми. Следует указать, что биотитовые и двуслюдяные граниты аксаутского комплекса на вольфрамовом месторождении Кти-Теберда также являются поздепалеозойскими и относятся к A_1-типу, как и лейкограниты Тырныауза [2]. Биотитовые граниты Эльджуртинского массива и фельзит-порфиры г. Эльджурту-Баш, вероятно, логичней относить к эльджуртинскому комплексу, датируемому поздним неогеном. По химизму этих пород и составу биотитов они относятся к I- типу гранитов (рис.1).

Важным достижением последних лет является выявление остаточного очага эльджуртинских гранитов на глубинах 3-3,5 км на основе изучения керна структурной скважины. Составы биотитов эльджуртинских гранитов указывают на различную степень контаминации корового материала. При этом анортоклазовые биотитовые граниты центральной части массива относятся

к I-типу слабо контаминированному. Гранитоиды же эндоконтакта и остаточного очага попадают в поле сильно контаминированного и редуцированного I-типа, вызванного ассимиляцией углеродсодержащего материала ($C_{орг.}$ от 0,2 до 0,95%). Для биотитов гранитоидов остаточного очага характерно весьма высокое содержание H_2O и F.

Таким образом, интрузивный магматизм Тырныаузского рудного поля полихронен (PZ_2-N_1(?)-N_2^3), обладает спецификой химического состава биотитов в каждом из автономных магматических комплексов. Эта полихронность рудогенерирующего магматизма, вероятно, является одной из главных причин формирования уникального Тырныаузского месторождения мирового класса по запасам и комплексу металлов (W, Mo, Sn, Bi, Au, Sb, Ag, Pb, As, Hg) с зональным распределением в пространстве.

Таблица 1

Средние химические составы биотитов кайнозойских гранитоидов Большого Кавказа (масс. %)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO_2	35,5	36,5	36,1	37,8	33,4	35,3	37,5	36,6	35,1	33,0	33,2	37,0	37,1	36,6	37,1	36,7
TiO_2	3,4	3,9	4,0	4,5	3,0	3,9	0,8	3,4	2,8	2,1	3,1	39	3,8	3,9	3,7	3,9
Al_2O_3	16,9	14,1	14,3	11,8	14,6	14,3	18,0	16,9	17,7	19,2	17,1	12,8	13,0	12,9	13,1	13,0
Fe_2O_3	3,2	6,0	5,9	2,1	6,8	6,1	8,2	3,2	1,9	3,8	3,5	12,4	12,5	12,5	12,4	12,5
FeO	16,5	12,8	12,9	19,9	13,9	13,3	14,2	16,2	21,0	15,9	16,4	12,9	13,2	13,1	13,1	13,1
MnO	0,4	0,8	0,8	0,3	0,5	0,6	0,1	0,3	0,2	0,6	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
MgO	9,4	10,8	11,0	10,0	12,0	10,8	8,8	11,1	7,9	8,0	10,5	8,2	8,3	8,3	8,3	8,2
CaO	1,1	0,6	0,6	1,3	0,5	0,5	1,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	0,5	0,3
Na_2O	0,3	0,3	0,3	0,7	0,3	0,4	1,5	0,3	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2
K_2O	9,5	7,5	7,4	8,0	7,8	7,8	8,5	8,3	8,4	8,3	8,4	8,1	8,2	8,1	8,2	8,2
P_2O_5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
H_2O^+	2,6	4,8	4,8	3,0	4,9	4,8	2,8	3,0	3,7	4,9	4,8	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2
F	0,5	0,8	0,8	0,4	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	1,5	1,6	1,8	1,6	1,8
Cl	0,4	0,5	0,6	0,3	0,8	0,7	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
B_2O_3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
n	6	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	4	2	5	2	2

Примечание. Анализы выполнены на микрозонде «Camebax» в ОИГиГ СО РАН (г. Новосибирск), редкие щелочные элементы – методом пламенной фотометрии; n – количество анализов. Биотиты кайнозойских гранитоидов: **складчато-глыбовое поднятие Главного хребта Центрального Кавказа**: *Теплинский комплекс* (N_2^3): Сангутидон: 1- гранодиориты (n=6), 2- дацит-порфиры эксплозивной брекчии (n= 2), 3- дацит-порфиры 5 фазы (n=2); г. Тепли: 4- гранодиориты 2 фазы (n=3), 5- дацит, дайки (n=3); г. Кароби: 6- дациты (n=3). **Северо-Кавказский краевой массив**: *Тырныаузский комплекс (N_2^3)*: массив г. Паук: 7 – лейкограниты (n=3); Эльджуртинский массив (центр): 8- гранит биотитовый (n=3), эндоконтакт: 9- гранит биотитовый (n=2), глубокая скважина (3,1 км) 10- двуслюдяной гранит (n= 3); г. Эльджурту-Баш (карьер) 11- фельзит-порфир (n=3); кавминводский комплекс ((N_2^3): г. Бештау: 12- трахидацит (n=4), г. Змейка: 13 – трахидацит (n=2), г. Бык: 14 – трахидацит (n=5), г. Кинжал: 15 – трахидацит (n=2), г. Верблюдка: 16 – трахидацит (n=2).

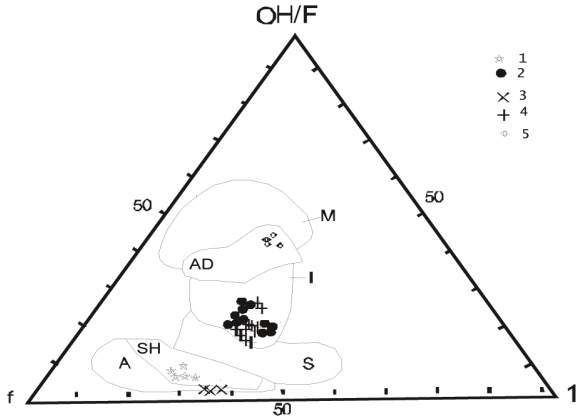

Рис. 1. Диаграмма f – l – OH/F в биотитах кайнозойских гранитоидов Большого Кавказа

Стандартные петрогенетические группы гранитоидов: M- мантийные СОХ, задуговых бассейнов (в составе офиолитовых комплексов); AD – мантийно-коровые рифтогенных и ативных континентальных окраин; I – мантийно-коровые островных дуг, трансформных и активных континентальных окраин, коллизионных обстановок; S – коровые и мантийно-коровые коллизионных обстановок; SH- шошонитовые гранитоиды постколлизионных обстановок, спровоцированных плюмтектоникой.; A – мантийно-коровые и мантийные анорогенных обстановок (внутриконтинентальных рифтов, горячих точек, плюмовых обстановок, активизации кратонных стадий древних платформ); f – общая железистость биотитов (f= Fe+Mn/Fe+Mn+Mg); l – глиноземистость биотитов (l=Al/Si+Al+Fe+Mg); OH/F – отношение гидроксильной группы к фтору в составе биотитов. Породы кайнозойских комплексов Б. Кавказа: 1 – трахидациты кавминводского (N_2^3); 2 – гранодиорит-порфиры, дацит-порфиры теплинского (N_2^3); 3 – двуполевошпатовые лейкограниты тырныаузского (массивы «Самолёт», «Паук» - N_2^3); 4 – граниты, фельзит-порфиры эльджуртинского (N_2^3); 5 – трондъемиты массива «Паук» (PZ_2).

Некоторые параметры флюидного режима мезо-кайнозойских гранитоидов получены на основе изучения составов биотитов с использованием теоретических и экспериментальных данных. Эти результаты сведены в табл.2.

Порфировые образования теплинского комплекса близки по параметрам биотитов типичным медно-золото-порфировым системам (рис.2). Наглядно происходит заметное увеличение фугитивности воды и парциальных давлений воды и углекислоты от ранних фаз внедрения к поздним дайковым образованиям на фоне снижения температур кристаллизации (табл. 2). Наибольшими перспективами на медно- и медно-золото-порфировое оруденения имеют участки развития теплинского комплекса с максимально развитыми многофазными дайковыми сериями (Сангутидон, Тепли).

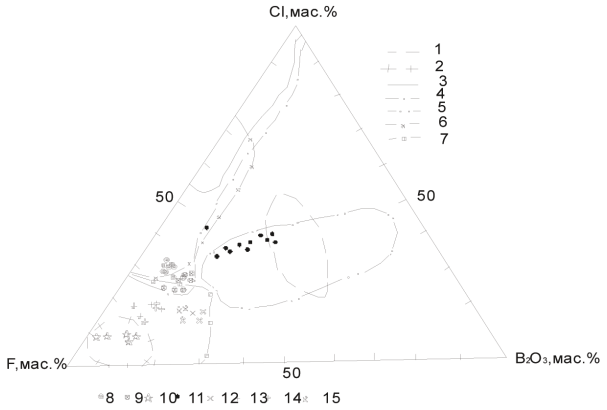

Рис. 2. Диаграмма F – Cl – B2O3 в биотитах рудогенерирующих мезо-кайнозойских гранитоидов Б. Кавказа.

Поля биотитов рудогенерирующих гранитоидов: 1- золото-медно-скарновых, золото-железорудно-скарновых (латитовая серия); 2- золото-редкометалльных (скарновых и жильных); 3- золото-платинометалльных черносланцевых; 4- субвулканических золото-серебряных и жильных золото-сульфидно-кварцевых; 5- медно-золото-порфировых; 6- золото-скарновых и золото-медно-скарновых (известково-щелочная серия); 7- скарновых вольфрам-молибденовых. Биотиты гранитоидных комплексов Б. Кавказа: 8- субвулканические трахириодациты маринского; 9- субвулканические трахириодацит-порфиры хуламского; 10- трахидациты кавминводского; 11- гранодиорит-порфиры, дацит-порфиры теплинского; 12- лейкограниты тырныаузского (массивы «Самолёт», «Паук»); граниты эльджуртинского комплекса: 13 – биотитовые граниты Эльджуртинского массива (центр), 14 – биотитовые граниты эндоконтакта массива, 15- двуслюдяные граниты остаточного очага.

Сложная гетерохронная интрузивная деятельность в пределах Турныаузского рудного поля развивалась в направлении увеличения кислотности среды, что подтверждается увеличением значений потенциала ионизации биотита (табл.2). При этом, вероятно, важную роль в рудообразовании играли процессы контаминации корового материала, приводившие к генерации сильно контаминированных и восстановленных магм в краевых частях интрузий и в остаточном очаге (рис.2). В последнем резко снижались температуры кристаллизации и увеличивались фугитивности воды и парциальные давления воды и углекислоты (табл.2).

Таблица 2

Некоторые параметры флюидного режима гранитоидов Большого Кавказа

Магматические комплексы, возраст, районы	Породы, фазы, фации	T°C	$lg\,f\,O_2$	fH_2O	pH_2O	pCO_2	y	$lgfHF/fHCl$	$K_{вост}$	$\frac{(pH_2O+pCO_2)}{pH_2O}$
Теплинский, N_2^3, Сангутидон	Гранодиорит-порфиры 2 фазы	760	-10,1	930	1240	1260	196	-2,91	0,15	2,02
	Дайки эксплозивной брекчии	740	-2,7	1510	1280	1720	194,5	-2,47	0,13	2,34
	Дацит-порфир дайки 5 фазы	730	-4,1	1500	1960	1840	194,4	-2,45	0,14	1,94
Тепли	Гранодиорит-порфиры 2 фазы	755	-13,2	935	1250	1350	192,0	-2,75	0,65	1,34
	Дайки дацит-порфиров	735	-4,2	995	1940	1760	198,6	-3,41	0,12	1,41
Кароби	Дацит-порфир	820	-7,5	490	1950	1450	193,8	-2,81	0,13	2,34
	Тырныаузское рудное поле									
Трондьемиты N_1(?) г. Паук	Породы, фазы, фации	920	-6.0	160	925	1175	175.1	-4.5	0.57	2.27
Тырныаузский, N_2^3, г. Паук	Лейкограниты двуполевошпатовые	790	-3.2	760	920	1080	188.3	-1.79	0.11	2.17
Эльджуртинский, N_2^3, Эльджуртинский массив	Граниты центральной части массива	880	-12	235	350	150	190	-2,3	0,8	1,43
	Граниты эндоконтакта	820	-11,5	350	510	290	191	-1,35	0,88	1,57
	Граниты остаточного очага	710	-12,2	278	4250	2050	195	-1,42	0,55	1,48

продолжение Таблицы 2

Эльджурту-Баш	Фельзит-порфиры	720	-10,2	5420	580	300	193	-2,05	0,8	1,51
Кавминводский N_2^3 Бештау	Трахидацит	815	0,15	515	965	930	190,9	-1,35	0,05	1,96
Бык	Трахидацит	810	0,12	520	1320	1680	189,2	-1,2	0,06	2,27
Кинжал	Трахидацит	740	0,31	920	980	995	189,5	-1,6	0,05	2,01
Верблюдка	Трахидацит	760	0,2	950	1010	1220	188,6	-1,59	0,04	2,21
Змейка	Трахидацит	750	0,23	960	1015	1230	189,8	-1,55	0,06	2,21

Примечание. Т- температуры кристаллизации гранитоидов, ˚С; $lgfO_2$- логарифм фугитивности кислорода; fH_2O – фугитивность воды; pH_2O, pCO_2- парциальные давления воды и углекислоты, соответственно; $lgfHF/lgfHCl$ –логарифм отношений фугитивности плавиковой и соляной кислот; $К_{вост}$- коэффициент восстановленности флюидов; у – условный потенциал ионизации биотитов, по В.А. Жарикову; фугитивности и парциальные давления приведены в 10^2 кПа.

Интерпретация результатов

Приведенные данные показывают, что в кайнозойский этап развития Большого Кавказа развивались рудогенерирующие гранитоиды 4 петрогенетических типов: *I, SH, AD, A.* Их формирование проходило в результате мантийно-корового взаимодействия с процессами контаминации корового материала в результате функционирования Кавказского плюма. Аномальные параметры флюидного режима на значительном временном интервале генерировали Тырныаузское месторождение мирового класса[5].

Заключение

Кайнозойская интрузивная активизация на Большом Кавказе походила в результате функционирования Каказского плюма в условиях аномальных параметров флюидного режима рудогенерирующих магматитов с формированием 4 петрогенетических типов гранитоидов: *I, SH, AD, A.*.

Список литературы

1. Гусев А.И. Типы гранитоидов Большого Кавказа и геодинамические обстановки их формирования // Бюлл. МОИП. Отд. Геология, 1991. - Т.66. - С.139.

2. Гусев А.И. Кузубов П.П. Петрогенетические типы и флюидный режим палеозойских гранитоидов Большого Кавказа // Отечественная геология, 2001. - №2. -С.42-48.

3. Гусев А.И., Гусев Н.И. Магмо-флюидо-динамическая концепция эндогенного рудообразования на примере Алтая и других регионов // Региональная геология и металлогения, 2005. - №23. - С. 119-129.

4. Гусев А.И., Гусев А.А. Шошонитовые гранитиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. - М.: Изд-во РАЕ, 2011. – 128 с.

5. Гусев А.И. Постколлизионные гранитоиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. - Gamburgh: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 217 с.

6. Гусев А.И. Петрогенетические типы, флюидный режим и потенциальная рудоносность мезозойских гранитоидов Большого Кавказа //

7. Курдюков А.А. Структурно-магматические предпосылки оценки возраста редкометалльного оруденения Тырныауза // Геол. рудн. Месторождений, 1983. - №4. - С.49-63.

8. Черницин В.Б. Металлогения Большого Кавказа. - М.: Недра: 1977. - 236 с.