

**АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ АПЛИТОВИДНЫХ ГРАНИТОВ
БУЗУРГАТСКОГО УЧАСТКА УЛЕНЬ-ТУИМСКОГО ПЛУТОНА
(Хакасия)**

Е. В. ВЛАДИМИРОВА

(Представлена профессором А. М. Кузьминым)

В настоящей статье сообщаются результаты изучения акцессорных минералов аплитовидных гранитов Бузургатского участка Улень-Туимского плутона, раскрывающие общие минералого-геохимические особенности пород и закономерности пространственного размещения акцессорий в них. Полученные данные могут быть использованы в целях корреляции интрузивных пород региона.

Краткая геолого-петрографическая характеристика аплитовидных гранитов

Улень-Туимский гранитоидный плутон расположен на восточном склоне Кузнецкого Алатау в районе среднего течения р. Белого Июса. Плутон сложен породами, варьирующими по составу от диоритов до гранит-аплитов. Весь сложный комплекс пород принято считать сформировавшимся в три фазы становления интрузии салаирского возраста.

Бузургатский участок находится в верховьях одноименного ручья, впадающего слева в речку Кара-Теге. Здесь обнажаются среднезернистые серые гранодиориты первой фазы и граносиениты второй фазы упомянутого плутона, прорванные небольшим (около 12 км²) штокообразным телом аплитовидных гранитов и дайками аплита и пегматита. Как аплитовидные граниты, так и дайки аплита и пегматита, развитые в районе, представляют собою кислые дифференциаты гранитоидной магмы Улень-Туимского плутона и относятся рядом исследователей к ее третьей фазе становления.

Аплитовидные граниты розового цвета однородны по структуре и выдержаны по составу. Главные минералы аплитовидных гранитов: калишпаты (30—40%), плагиоклазы (20—30%), кварц (25—40%), биотит (0,2—1%). Калишпат представлен большей частью пертитом распада, реже — ортоклазом без двойников или с простым двойникованием. Плагиоклаз идиоморфен, его состав № 20—25. Кварц образует резко ксеноморфные неправильные, несколько вытянутые зерна. Биотит сильно изменен. Структура породы гранитовая реже микропегматитовая.

Граниты включают чрезвычайно редкие маломощные (1—2 м) пегматоидные выделения, иногда имеющие вид линз. Автометаморфические и автометасоматические процессы на участке выразились в явлениях альбитизации (тонкие мелкозернистые оторочки вокруг зерен

плагиоклаза или небольшие гнездообразные скопления и жилки его в калишпатах); грейзенизации (появление мусковита, турмалина, топаза, флюорита) и других более низкотемпературных постмагматических изменений.

Акцессорные минералы

В целях изучения минералов-примесей рассматриваемых пород автором обработано 12 проб-протолочек весом от 2,0 до 2,5 кг, 32 шлиховые пробы весом от 30,0 до 100,0 кг, проведено исследование шлифов.

Акцессорные минералы аплитовидных гранитов по весу составляют в сумме не более 0,3—0,4%, в пегматоидных выделениях до 0,5%. Содержания их, подсчитанные в граммах на тонну с учетом коэффициента потерь, приведены в табл. 1. Среди акцессорных минералов железа распространены магнетит, мартит и гематит. Максимальное содержание магнетита установлено в пегматоидных выделениях, а мартит и гематит характерны для аплитовидных гранитов. Из минералов титана присутствуют ильменит, сфен, рутил, анатаз. Наибольшая частота встречаемости отмечается для ильменита, хотя количественные содержания его незначительны. Рутил имеет частоту встречаемости 66%, содержания его отклоняются от единичных знаков до 170,0 г/т. Из других окислов самым распространенным является циркон; корунд обнаруживается редко. Из фосфатов постоянно присутствуют монацит и апатит. Содержания монацита значительно большие по сравнению с апатитом. Из редкоземельных минералов в аплитовидных гранитах и пегматоидных выделениях, кроме отмеченного выше монацита, присутствует ортит, из танталонибатов — колумбит, пирохлор, эшинит, топаз, флюорит, турмалин — продукты постмагматических процессов — встречаются очень редко (частота встречаемости 33%); из сульфидов — пирит; из самородных элементов — свинец; из экзогенных минералов — церуссит, лимонит. Ниже дана характеристика некоторых из них.

Магнетит распределен неравномерно. Содержание его заметно увеличивается в центральных и южных частях штокообразного тела (на участках, насыщенных пегматоидными выделениями), тогда как в северной он почти отсутствует. Объясняется это, по всей вероятности, неравномерностью проявления постмагматических процессов. Минерал кристаллизуется с образованием октаэдров размером 0,2—0,3 мм. Кристаллы несут следы растворения. Магнетит из пегматоидных выделений имеет размеры зерен до 0,5 мм.

Интересно отметить, что, кроме магнетита, иногда существенную часть магнитной фракции (до 2000,0 г/т) составляют магнитные шарики размером от 0,05 до 0,6 мм. Эти оригинальные образования легко крошатся. Они состоят из двух частей: ядра и внешней оболочки. Ядро металлическое, в форме шара, имеет гладкую блестящую поверхность стально-серого цвета, сильно магнитно, сравнительно легко раздавливается и чертится иглой. В растворе Cu_2SO_4 быстро покрывается металлической медью. Полуколичественный спектральный анализ показал присутствие в нем железа, как основного элемента, и, кроме того, $\text{Cr} — 0,01\%$, $\text{Ni} — 0,003 — 0,01\%$, $\text{Cu} — 0,003\%$. Внешняя оболочка шариков состоит из хрупкой черной однородной массы, немагнитной, по данным спектрального анализа, содержащей $\text{Mn} > 1,0\%$, $\text{Ba} — 0,001\%$, следы Pb , As , Ca . Масса эта не просвечивает в проходящем свете, легко растворяется в HCl , окрашивая раствор в зеленовато-желтый цвет. Происхождение магнитных шариков, обнаруженных в пробах-протолочках из аплитовидных гранитов Бузургатского участка, пока не выяснено. Следует заметить, что ни в образцах, ни в шлифах, ни в материале шлиховых проб подобных образований пока не обнаружено.

Распределение аксессуарных минералов в породах Бузургатского участка

Минералы	Аплитовидные граниты										Пегматоидные выделения	
	№ проб - протолочек										№ проб-протолочек	
	105	106	107	108	109	136	187	188	189	190	191	192
Магнетит	+	+	24,0	30,0	+	60,0	500,0	1950,0	2770,0	50,0	1290,0	5250,0
Мартит	200,0	100,0	80,0	50,0	320,0	1800,0	90,0	50,0	150,0	150,0	80,0	30,0
Гематит	100,0	50,0	100,0	70,0	100,0	200,0	660,0	340,0	920,0	370,0	1570,0	225,0
Ильменит	+	+	+	+	+	+	—	12,0	++	+	+	180,0
Сфен	+	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
Рутил	+	—	+	+	—	170,0	—	++	—	++	5,0	++
Анатаз	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
Циркон	+	+	+	++	—	++	2,0	7,0	+	++	90,0	10,0
Апатит	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пирит	—	+	—	—	—	+	++	+	+	++	+	++
Турмалин	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—
Корунд	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—
Гранат	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Топаз	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+	3300,0	—
Моноцит	60,0	60,0	40,0	40,0	54,0	120,0	+	150,0	30,0	75,0	2,0	90,0
Ортит	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Оранжевый	+	+	+	+	—	—	—	—	+	1,0	0,50	15,0
Колумбит	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	18,0	—
Минерал типа эшинита	—	+	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—
Самородный свинец	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
Флюорит	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—
Вторичные:												
Псевдоморфозы лимонита по пириту	+	+	+	+	+	—	420,0	++	+	++	+	+
Лейкоксен	+	+	+	+	+	10,0	9,0	45,0	20,0	15,0	+	75,0
Эпидот	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+
Хлорит	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—
Церуссит	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: знак + содержание минерала в единичных знаках;
знак ++ содержание минерала в редких знаках.

выяснено. Следует заметить, что ни в образцах, ни в шлифах, ни в материале шлиховых проб подобных образований пока не обнаружено.

Мартит встречается в основном в виде октаэдров размером 0,3—0,5 мм. Цвет поверхности кристаллов буровато-черный, в порошке темно-вишневый. Слабо магнитен.

Гематит в зернах неправильной формы ярко-вишневого цвета. Включает мелкие кристаллы монацита, апатита и светлой слегка зеленоватой слюды (?).

Ильменит в большинстве проб присутствует в единичных зернах. Зерна его имеют форму толстых пластин черного цвета, часто покрытых серой пленкой лейкоксена.

Сфен редко встречающийся минерал. Образует мелкие (до 0,1 мм) кристаллы конвертообразного габитуса с гладкой поверхностью граней, прозрачен, окраска светло-желтых тонов.

Анатаз встречается в единичных кристаллах дипирамидального облика с тонкой поперечной штриховкой на гранях. Цвет светло-голубой, блеск алмазный.

Рутил присутствует в незначительных количествах. Кристаллы его размером 0,2—0,5 мм имеют шестовато-призматический габитус с отчетливой тонкой штриховкой вдоль главной оси. Обычно прозрачные светло-желтого цвета кристаллы иногда имеют черные плотные включения, сконцентрированные или на одном из концов кристалла, или перпендикулярно его длинной оси в виде кольца. Включения непрозрачны и, вероятно, состоят из тонкозернистого агрегата ильменита. Рутил включает мелкие кристаллы монацита второй разновидности.

Монацит — весьма характерный и постоянно встречающийся в рассматриваемых породах минерал. Морфология кристаллов, взаимоотношение с пороодообразующими и другими акцессорными минералами, а также характер выделения бурых продуктов окисления TR позволили выделить две разновидности монацита, вероятно, соответствующие двум генерациям редкоземельного фосфата. Первая разновидность монацита проявляется в виде вытянутых кристаллов призматического или таблитчатого габитуса с дипирамидками на концах. Размер кристаллов от 0,1 до 1,2 мм, а отношение ширины к длине от 1 : 2 до 1 : 5. Кристаллы чаще встречаются в пределах зерен калишпатов или сильно измененного биотита, реже — в плагиоклазе. Характерным признаком этой разновидности является образование вокруг кристаллов монацита плеохраичных двориков. Иногда в результате вторичных изменений от прозрачных кристаллов монацита остаются только мелкие реликтовые участки в общей бурой массе. Сильная степень вторичного изменения монацита этой разновидности дает основание говорить о ранней генерации его.

Монацит второй разновидности образует мелкие (не более 0,1 мм) изометричного облика кристаллы, прозрачные с отчетливо выраженным зональным строением. Они встречаются в виде отдельных кристаллов или скоплений по 2—5 кристалла в зернах кварца, внутри или на границе кристаллов рутила, на границе зерен кварца и калишпата или чаще в мелкозернистом агрегате альбита. Вторичные изменения этих кристаллов слабые. Ассоциация минералов, отсутствие продуктов изменения монацитов говорят о более позднем этапе образования редкоземельного фосфорита этой разновидности.

В материале шлиховых проб кристаллы монацита таблитчатые или призматические. Плоскости граней неровные, изъедены; ребра кристаллов сглажены. Окраска неравномерная — от светло-желтой до красновато-желтой. Удельный вес 5,20. Минерал радиоактивен. Радиохимическим анализом в монаците установлено Th — 6,07%. U — 0,259%, Pb —

0,106%. Полуколичественный спектральный анализ показал, что монацит содержит Ce, La, Y в количестве более 1,0%, Mn — 0,01%; Ti — 0,01%, следы Be, Ba, As.

Колумбит встречается редко. Черные, просвечивающие темно-красным, прямолинейно очерченные кристаллы его обнаружены в пертитизированных зернах калишпатов. В материале протолок призматические плоские кристаллы колумбита размером 0,2—0,5 мм имеют пикообразные концы. Поверхность кристаллов гладкая с полуметаллическим блеском. Спектральным анализом в минерале установлены в количестве основных элементов Mn, Nb, Ta; $Ti > 1,0\%$, $W > 1,0\%$, $Be = 0,1\%$.

Минерал типа эшинита сравнительно часто встречается в материале шлиховых проб. Зерна его изометричной формы размером до 0,7 мм (в кристаллах пока не обнаружен). С поверхности темно-бурый, матовый, в осколках просвечивает бурый; излом полураковистый с сильным смолистым блеском на свежих сколах. В шлифах, вокруг темно-бурого слабо просвечивающего минерала, видна мелкоагрегатная слюдоподобная оторочка вторичных продуктов изменения. Минерал типа эшинита так же, как и колумбит, обнаруживается в кристаллах калишпатов. Спектральным анализом в нем устанавливаются высокие содержания Ca, Th, Ce, Nb.

Циркон является постоянным акцессорным минералом пород рассматриваемого участка, хотя содержания его незначительные. По форме и размерам кристаллов, по наличию элементов-примесей выделяются четыре разновидности циркона: первая разновидность (мелкий прозрачный), вторая разновидность (крупный прозрачный), малакон и циртолит. В аплитовидных гранитах распространены циркон первого типа и малакон, в пегматоидных образованиях — преимущественно циртолит и циркон второго типа, а две другие разновидности (первого типа и малакон) присутствуют в подчиненном количестве. Циркон первого типа представлен мелкими слегка вытянутыми кристаллами размером 0,05—0,1 мм с пирамидальными окончаниями. Удлинение 1 : 1,5 и 1 : 2. Поверхность граней гладкая, внутри с трещинками. Окраска слабо-желтых тонов, иногда содержит редкие тонкие включения темно-зеленого минерала (роговая обманка?). В шлифах обнаруживается в зернах калишпатов.

Циркон второго типа имеет кристаллы изометричной формы с развитием граней {100}, {110}, {111} размеры их до 1,5 мм, окраска слабо-розовых тонов. По данным спектрального анализа, первые две разновидности циркона не содержат заметных примесей посторонних элементов.

Малакон отмечается только в единичных знаках. Кристаллы его размером 0,2—0,4 мм имеют октаэдрическую форму. Окраска малакона светло-бурая. В проходящем свете минерал аморфный. Спектральным анализом установлено присутствие Si, Pb, Mn, U, Th, Be. Четвертый тип циркона циртолит (как и крупный прозрачный второго типа) характерен только для пегматоидных выделений, в которых он составляет до 80% от общего количества минерала в пробе. Кристаллы этого типа циркона имеют форму сильно вытянутых тетрагональных призм с соотношением осей 1 : 10. Максимальные размеры до 2,5 мм. Обычно кристаллы циртолита окружены плеохраичными дворицами, а внутри имеют аморфную массу с мелкими реликтами кристаллического строения. Кристаллы непрозрачны, светло-бурого цвета, с поверхности покрыты ржаво-бурыми пятнами (иногда пятна сливаются и образуют пленку). Внутри кристаллы неоднородного строения. В основном это плотная стекловатая масса с жирным блеском в свежем изломе, в которой проявляются участки рыхлого строения. Как плотные, так и рыхлые образования густо пропитаны точечными включениями ржаво-бурого цвета. По данным полуко-

личественного спектрального анализа этот циркон содержит примеси Th, Hf, Y, Yb.

В целях сравнения составов и количественных соотношений акцессорных минералов аплитовидных гранитов и других групп пород Бузургатского участка Улень-Туимского плутона нами составлена табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Распределение акцессорных минералов в породах
Улень-Туимского плутона в районе Бузургатского участка

Минералы	Среднее содержание в г/т			
	гранодиориты I фазы (13 пр.)	граносиениты II фазы (10 пр.)	аплитовид, граниты III фазы (10 пр.)	дайки аплита и пегматита (7 пр.)
Магнетит	7957,0	1089,0	590,0	475,0
Мартит	—	++	194,0	+
Гематит	44,3	250,0	291,0	30,0
Ильметит	9,0	42,0	++	51,0
Сфен	784,0	174,0	+	57,8
Рутил	—	—	++	+
Анатаз	—	—	+	+
Лейкоксен	—	+	10,0	+
Циркон	40,0	11,7	1,0	+
Апатит	2,0	+	+	+
Пирит	+	+	+	—
Монацит	—	—	62,9	++
Оранжит	—	—	++	+
Колумбит	—	—	+	—
Самород. свинец	+	+	+	+
Самород. цинк	+	—	—	—
Халькопирит	+	—	—	—
Топаз	—	—	+	+
Гранат	—	—	—	+
Ортит	—	—	+	—

Примечание: знак + — содержание в единичных знаках;
знак ++ — содержание в редких знаках.

Из рассмотрения этой таблицы видно, что средний состав акцессорных минералов аплитовидных гранитов отличается от состава минералов-примесей пород ранних фаз одного и того же плутона и почти полностью совпадает с его поздними дайковыми образованиями кислого состава. Для ранних этапов формирования пород участка характерны магнетит, сфен, циркон, апатит, сульфиды, самородный цинк. В гранодиоритах и граносиенитах не обнаружены редкометалльные минералы и минералы легколетучих компонентов. В породах более кислого состава отмечается понижение содержаний минералов железа и титана (магнетита и сфена) и заметное обогащение редкометалльной минерализацией. Подобный видовой состав тяжелых минералов-примесей и их количественные соотношения сохраняются и для дайковых пород.

Действие постмагматических процессов в штокообразном теле аплитовидных гранитов сопровождается мартитизацией магнетита, лейкоксенизацией ильменита и образованием вторичных минералов по ряду других акцессорий. Явление мартитизации широко распространено в природе и отмечается многими исследователями. В частности, Р. В. Масгутов [3], рассматривая продукты мартитизации акцессорных минералов среди гранитов одного из массивов в Северном Казахстане, приходит к выводу, что процессы изменения магнетита и переход его в гематит характерны для гранитов, подвергавшихся интенсивному натровому метасо-

матозу. Автор подчеркивает, что подобные явления тесно связаны с эндогенными процессами.

Весьма интересным является общее уменьшение в породе при наложении вторичных процессов магнетита, апатита и ильменита и увеличение количества редкоземельных минералов. Как отмечают В. В. Ляхович и Б. И. Золотарев [2], а также в последнее время для пород Калбинского комплекса Н. Н. Амшинский и др. [1], причиной уменьшения содержания магнетита, ильменита, апатита являются интенсивные постмагматические процессы, такие как калишпатизация, альбитизация, грейзенизация.

Из изложенного можно сделать следующие основные выводы.

1. В состав аплитовидных гранитов Бузургатского участка входит разнообразный комплекс акцессорных минералов, среди которых присутствуют редкометалльные и редкоземельные минералы, содержащие такие элементы, как Th, Tr, Hf, Ta, Nb, U, Be, W, что, вероятно, можно использовать в качестве дополнительного критерия для выделения самостоятельной фазы внедрения, в которую сформировалось изучаемое штокообразное тело аплитовидных гранитов.

2. Обращает на себя внимание большое сходство состава и количественных соотношений акцессориев аплитовидных гранитов и даек аплит-пегматитов, что может указывать на очень тесную связь их образования в общем цикле становления гранитоидной интрузии.

3. Самый распространенный акцессорный минерал изученных пород — монацит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Амшинский, И. В. Мариич [и др.]. Акцессории гранитоидов Алтая и методика их изучения. Госуд. Геологический Комитет СССР, СНИИГГИМС. Изд-во «Недра», Москва, 1964.

2. В. В. Ляхович, В. И. Золотарев. Акцессорные минералы в гранитоидах Горного Алтая. Тр. ИМГРЭ, вып. 2, Изд-во АН СССР, 1959.

3. Р. В. Масгутов. Некоторые данные к вопросу о мартитизации. Изд-во АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 1, 1957.

4. Л. В. Таусон, З. В. Студеникова. Закономерности распределения свинца, цинка, молибдена в изверженных породах. Изд-во АН СССР, 1959.
