

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томское областное отделение Русского географического общества  
Томское отделение Российского геологического общества**

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЛОГИИ**

**К 100-летию открытия естественного отделения  
в Томском государственном университете**

**Материалы  
IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием**

**Том I**



**Томск  
16–19 октября 2017**

руды отсутствуют, а прожилково-вкрапленные медные руды прослежены в экзо- и, в меньшей степени, в эндоконтактах интрузивных тел диорит-порфиристов, прорывающих андезиты нижней вулканогенной толщи. Руды месторождений имеют следующий состав: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, марказит, мельниковит-пирит, барит, кварц. Значительно реже фиксируются блёклые руды, энаргит, золото, пирротин, бурнонит, арсенопирит, джемсонит, борнит.

Промышленное оруденение на месторождениях локализовано среди поля гидротермально-изменённых пород. Околорудные изменения характеризуются широким проявлением стадии выщелачивания оснований с последующим компенсированным осаждением кварца и карбонатов. В результате изменений образовывались кварциты, алунитовые кварциты, гидротермальные аргиллиты кварц-алуни-каолининовой и кварц-каолинит-карбонат-серицитовой фаций. Заключительный метасоматоз сопровождался образованием диаспора и гипса.

Основное рудогенерирующее событие при формировании колчеданно-полиметаллического оруденения было обусловлено метасоматозом, который проходил под воздействием смешанных гидротерм, преимущественно морских вод, вовлеченных в рециклинговый процесс, и магматических газов, прежде всего серы, выделяемой при внедрении диоритов. Сольфатарная деятельность широко проявлена по всему разрезу кальдеры в виде тонкой сыпи пирита в породах. Сольфатаризация гидротерм обеспечивала опережающее кислотное выщелачивание – формирование гидротермально-изменённых пород, отложение серно-колчеданных (мельниковит-пирита, марказита и пирита) и колчеданно-полиметаллических руд. Наиболее продуктивное оруденение (Cu-Pb-Zn) концентрируется над апикальной областью диоритового интрузива, которое также подвергалось гидротермальным изменениям под действием рециклинговых вод. На флангах металлоносные гидротермы растекались под «крышкой» средней осадочной толщи с образованием Pb-Zn руд. Мы полагаем, что источником рудных компонентов являлись изменённые диориты и андезиты нижней толщи.

Определяющая рудообразующая роль при формировании колчеданно-полиметаллической минерализации, по нашему мнению, принадлежит более поздним диоритовым интрузиям, кондуктивно воздействующим на вулканогенные породы и обеспечивающим рециклинг вод. Это достаточно отчетливо проявлено в других рудных полях побережья Северного Алжира: площади Шетайби, Тифрауин, Амизор.

#### Литература

1. *Двойнин В.В., Кора Л.В.* Руды типа Куроко вулканического массива Ковалло (Алжир) // Вест. Воронеж. ун-та. Геология, 2002. №2. С. 87–95.
2. *Мацукума Т., Хорикоси Е.* Месторождения типа Куроко // Вулканизм и рудообразование. М.: Наука, 1973. С.129–150.

УДК 552.22 (571.15)

### **МАЛОКУЛЬТАЙГИНСКИЙ МАССИВ ГОРНОЙ ШОРИИ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

*Гороховская А.Н., Козулина Т.В., Макаренко Н.А., Бухарова О.В.*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

*Аннотация.* Получены новые данные о существенно граносиенитовом составе Малокультайгинского массива, что не согласуется с прежними представлениями о его нордмаркит-кварц-сиенито-диоритовом петрографическом облике. Выдвинуто предположение о внутриплитной геодинамической обстановке формирования интрузива.

*Ключевые слова:* Горная Шория, Малокультайгинский массив, граносиениты, щелочные граносиениты, патынский комплекс, геодинамическая обстановка.

## MALOKULTAYGA MASSIF OF MOUNTAIN SHORIA: GENERAL CHARACTERISTIC, PETROGEOCHEMICAL FEATURES

*Gorokhovskaya A.N., Kozulina T.V., Makarenko N.A., Bukharova O.V.  
National Research Tomsk State University, Tomsk*

*Abstract.* New data on the prevailing granosyenite composition of the Malokultayginsky intrusive have been obtained. This does not agree with the previous ideas of his nordmarkite-quartz-syenite-diorite constitution. Assumptions about the intraplate geodynamic conditions of the formation of the intrusion were made.

*Key words:* Mountain Shoria, Malokultayginsky intrusive, granosyenites, alkaline granosyenites, the Patyn complex, geodynamic conditions

В предшествующих исследованиях Малокультайгинский массив относили к раннепалеозойской габбро-сиенитовой формации, позднее - к культайгинскому комплексу, затем рассматривался в составе когтахского, а позже - патынского комплекса.

Малокультайгинский массив расположен в юго-восточной части Кузнецкого Алатау в пределах Мрасского антиклинория, на водоразделе р. Б. Таштып и М. Таштып. Интрузивное тело субизометричной формы площадью 12 км<sup>2</sup> прорывает позднедокембрийско-кембрийские кремнисто-карбонатные отложения западносибирской свиты. В строении массива преобладают мелко-среднезернистые *граносиениты* с гипидиоморфнозернистой, местами монцонитовой и пойкилитовой микроструктурами. Породы сложены субизометричными зёрнами интенсивно пелитизированного микроклин-пертита (55%), плагиоклаза (до 15%), кварца (15-20%), амфибола и биотита (10%). Акцессорная минерализация представлена единичными зёрнами циркона, апатита, титано-магнетита. В подчинённом количестве распространены *щелочные граносиениты* средне- крупнозернистой структуры, сложенные пелитизированными пертит-антипертитовыми щелочными полевыми шпатами (60%), амфиболами (10%), кварцем (15-25%), биотитом (5%). Часто в индивидах калишпата встречаются изометричные пойкилитовые включения темноцветных минералов. Акцессорные минералы представлены зёрнами циркона, магнетита, сфена. Иногда наблюдаются порфириовидные разновидности щелочных граносиенитов, где в качестве фенокристаллов выступают полевые шпаты, а акцессорные минералы разнообразны и представлены зёрнами граната, циркона, сфена, ортита, монацита, торита, апатита, ксенотима. Породы массива претерпели явные вторичные изменения: по контакту зёрен плагиоклаза развита сосюритизация; по микроклину проявлена интенсивная пелитизация; для темноцветов характерны серицитизация, эпидотизация, хлоритизация и ожелезнение.

По данным микрозондового анализа плагиоклаз соответствует олигоклазу (Ab<sub>70</sub>An<sub>28</sub>Or<sub>2</sub>) в граносиенитах и альбиту (Ab<sub>97</sub>An<sub>2</sub>Or<sub>1</sub>) в щелочных граносиенитах и содержит включения амфиболов. Микроклин имеет состав (Ab<sub>11</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>89</sub>) в граносиенитах и (Ab<sub>4</sub>An<sub>0</sub>Or<sub>96</sub>) в щелочных граносиенитах. Кварц выполняет промежутки между полевыми шпатами. Амфиболы представлены зёрнами двух генераций: магнизиальной роговой обманкой и амфиболом феррозденит-гастингситового ряда (табл. 1). Слюда встречается в граносиенитах и относится к флогопит-аннитовому ряду (с содержанием флогопитовой молекулы 58%). В отдельных образцах содержание кварца повышается до 25-30%, и породы переходят в умеренно-щелочные биотитовые граниты с незначительным содержанием амфибола. В единичных случаях количество кварца снижается до 5-10%, и такие породы соответствуют кварцевым сиенитам. Иногда кварц в граносиенитах встречается в виде кучных скоплений изометричных зёрен, что не исключает возможности автотасоматического происхождения таких участков.

Таблица 1

## Химические составы амфиболов пород Малокультайгинского массива

Образец	Граносиенит		Щелочной граносиенит		Порфириовидный граносиенит	
	1 (2)	2 (2)	3 (3)	4 (2)	5 (4)	6 (5)
№ п/п	1 (2)	2 (2)	3 (3)	4 (2)	5 (4)	6 (5)
SiO <sub>2</sub> , вес. %	36,94	46,01	37,28	39,00	36,86	46,23
TiO <sub>2</sub>	0,305	1,32	0,00	1,72	0,37	1,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,93	5,68	10,22	7,26	9,73	6,23
MgO	2,85	10,12	1,49	0,65	1,37	10,21
MnO	0,695	0,89	0,37	0,57	0,40	0,66
FeO	26,515	19,95	30,91	31,93	31,25	19,30
CaO	11,215	10,76	10,91	10,81	11,11	10,61
K <sub>2</sub> O	2,64	0,73	2,92	1,88	2,87	0,84
Na <sub>2</sub> O	1,025	1,52	1,03	1,63	1,05	1,50
Cl	2,955	0,13	2,67	2,35	2,71	0,03
Сумма	97,04	97,07	97,78	97,75	97,70	96,72
Формульные коэффициенты						
Si, ф.ед	6,14	6,94	6,24	6,57	6,21	6,96
Ti	0,04	0,15	0,00	0,22	0,05	0,13
Al (IV)	1,86	1,01	1,76	1,43	1,79	1,04
Al (VI)	0,47	0,00	0,25	0,01	0,15	0,07
Fe <sup>3+</sup>	0,43	0,76	0,64	0,19	0,58	0,70
Fe <sup>2+</sup>	3,26	1,76	3,68	4,31	3,83	1,73
Mn	0,10	0,11	0,05	0,08	0,06	0,08
Mg	0,70	2,27	0,37	0,16	0,34	2,29
Ca	2,00	1,74	1,96	1,95	2,01	1,71
Na	0,33	0,44	0,34	0,53	0,34	0,44
K	0,56	0,14	0,62	0,40	0,62	0,16
Cl	0,84	0,03	0,76	0,67	0,77	0,01
ОН	1,16	1,97	1,24	1,33	1,23	1,99

Примечание: 1,3,5 – гастингсит, 2,6 – магниальная роговая обманка, 4 – ферроэденит. В скобках указано количество анализов. Формулы амфиболов рассчитаны на 23 атома кислорода, суммарное железо представлено в форме FeO, разделено по формуле  $(23 - \sum O_x) \cdot 2$  [5]. Анализы выполнены в Аналитическом центре геохимии природных систем (ТГУ) на комплексе Tescan Vega II LMU, оборудованном спектрометром Oxford INCA Energy 350. Аналитик О.В. Бухарова

Петрохимически породы Малокультайгинского массива относятся к умеренно-щелочной серии с калиево-натриевым типом щелочности и с варьирующей ( $aI' = 1,9-4,8$ ) глинозёмистостью, с повышенной титанистостью при частом преобладании K<sub>2</sub>O над Na<sub>2</sub>O. На TAS-диаграмме аналитические точки составов Малокультайгинского массива занимают граносиенитовый и частично умеренно-щелочной гранитоидный сектор диаграммы. Они заметно отличаются от близко расположенного габбро-сиенитового массива г. Б. Куль-Тайга более низкой суммарной щёлочностью при практически одинаковой кремнекислотности в диапазоне от ~ 64 до 71 мас. %. Щелочные и нормальные граносиениты Малокультайгинского массива на диаграмме образуют единое поле, при этом хорошо диагностируются по разным составам преобладающих амфиболов (табл. 1). Описанные Г.С. Федосеевым сиенитодиориты, судя по опубликованным в работе [3] химическим анализам, таковыми не являются, так как их фигуративные точки попадают в общее граносиенитовое (а не монцодиоритовое) поле TAS-диаграммы.

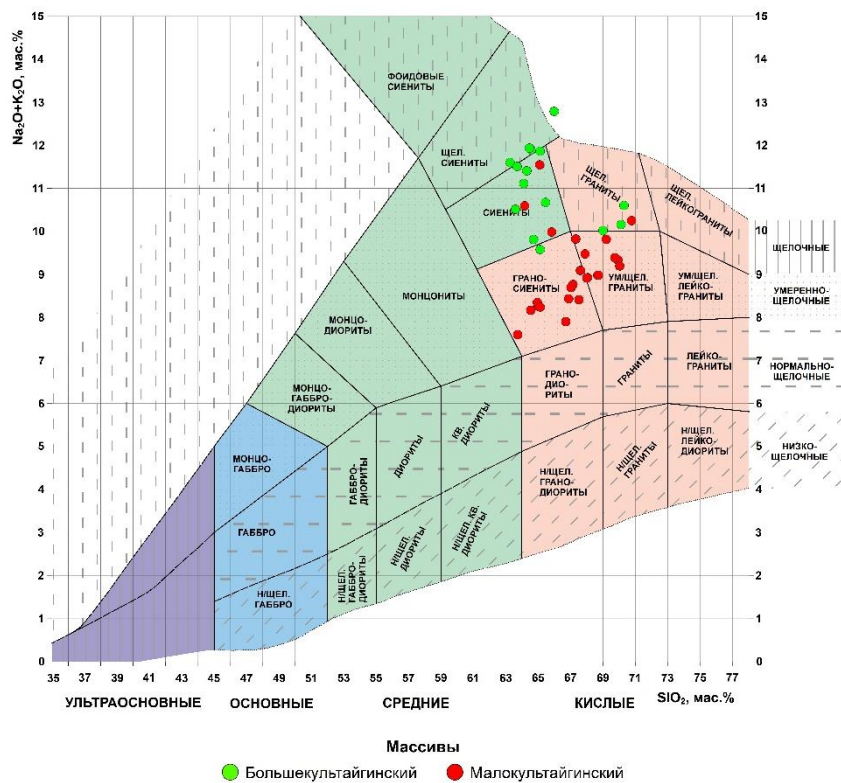


Рисунок 1 – Петрохимическая характеристика пород Малокультайгинского и Большекультайгинского массивов на классификационной TAS-диаграмме (по авторским и опубликованным [3; 4] работам)

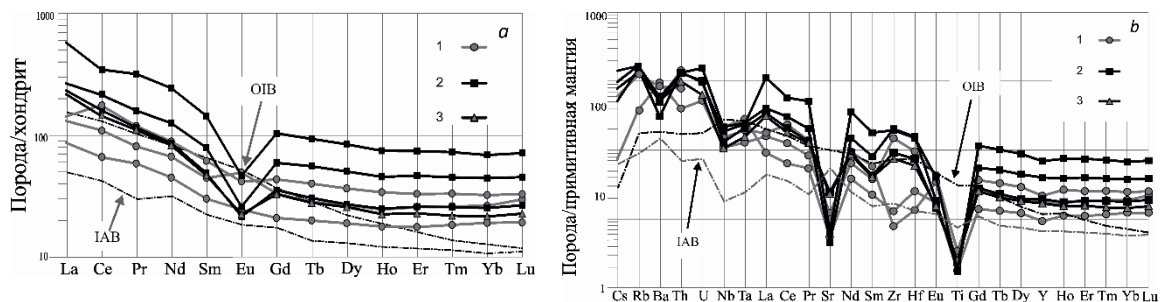


Рисунок 2 – Распределение редкоземельных (а) и редких (b) элементов в породах Малокультайгинского массива: 1 – щелочные граносиениты; 2 – граносиениты; 3 – порфиоровидный граносиенит

Примечание: Составы хондрита, примитивной мантии и ОИВ (базальты океанических островов) – по (Sun, McDonough, 1989); состав IAB (базальты активных континентальных окраин) – по (Kelemen et al., 2003)

В распоряжении авторов имеются 7 анализов микроэлементного состава горных пород Малокультайгинского массива, выполненных методом ICP-MS в Центральной лаборатории ФГУП «ВСЕГЕИ» (г. Санкт-Петербург). Как видно из рис. 2а, для пород массива характерна высокая обогащенность REE (редкоземельные элементы) со слабой и средней степенью дифференцированности и небольшим преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми ( $La_N/Yb_N$  от 4 до 10). Для граносиенитов характерна отрицательная аномалия Eu, отсутствующая в щелочных граносиенитах.

На мультиэлементной диаграмме (рис. 2b) наблюдаются резкие минимумы Sr и Ti и небольшие минимумы Ba, Nb, Sm. Отмечается явная обогащенность (относительно стандарта ОИВ) LILE (крупноионные литофилы) (Cs, Rb, Ba, Th, U), REE (редкоземельные элементы), а также Zr и Hf. Были рассчитаны средние отношения индикаторных микроэлементов (табл. 2).

Средние отношения индикаторных микроэлементов в породах Малокультайгинского массива

Порода	U/Th	Ba/Zr	Nb/Zr	Ba/Nb	Sr/Nb	Ta/Yb	Y/Nb	Nb/Y	Zr/Y
Граносиенит	0,22	1,56	0,07	21,23	4,08	0,37	2,10	0,52	7,24
Порфировидный граносиенит	0,18	2,68	0,08	32,5	9,33	0,50	1,59	0,63	7,62
Щелочной граносиенит	0,30	11,47	0,39	35,29	3,74	0,55	1,22	1	5,53

Соотношения Nb/Y и Zr/Y характерны для плюмовых источников (преимущественно, OIB). Слабо выраженный минимум Nb свидетельствует о влиянии корового материала. Глубокие минимумы Sr и Ti в сочетании с обогащенностью LILE, Zr, Hf, REE, высокими отношениями индикаторных микроэлементов и низким отношением Y/Nb указывают на то, что в источнике расплавов сочетались плюмовая и коровая компоненты. Таким образом, геохимические особенности свидетельствуют о внутриплитной обстановке формирования горных пород Малокультайгинского массива.

Возраст массива, включаемого большинством исследователей в патынский комплекс, дискуссионен, поскольку есть сторонники как раннепалеозойского [1], так и среднепалеозойского [2] возраста данного комплекса. Это связано с отсутствием современных изотопных датировок. Имеющиеся в литературе K-Ar определения для Малокультайгинского массива укладываются в диапазон от 323 до 438 млн. лет (в среднем 400 млн. лет). Более определённые данные могут быть получены при условии проведения U-Pb датировок не только данного массива, но и других интрузивов, относимых к патынскому габбро-сиенитовому комплексу.

*Работа выполнена по материалам ГДП-200 в рамках госконтракта №15-4/11, утверждённым федеральным агентством по недропользованию от 16.06.2016 г.*

#### Литература

1. Довгаль В.Н., Широких В.А. История развития магматизма повышенной щелочности Кузнецкого Алатау. Новосибирск: Изд-во «Наука», 1980. 215 с.
2. Ильенок С.С. Петрология габбро-сиенитового комплекса Горной Шории. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1964. 128 с.
3. Федосеев Г.С. О происхождении сиенито-диоритов массива горы Малая Куль-Тайга // Геология и геофизика. 1961. №12. С. 57–63.
4. Хомичев В.Л. Химические составы магматических горных пород Кузнецкого Алатау. Ч. 1. Восточный склон. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1975. 236 с.
5. Шумахер Дж.К. Оценка соотношений двух- и трехвалентного железа в амфиболах по результатам микрозондовых анализов // Записки Всерос. Минералог. об-ва. 1998. №1. С. 101–109.

УДК 551.7

### ЛАБОРАТОРИИ СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ТЕКТОНИКИ ГГФ 25 ЛЕТ: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Гринев О.М.*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

*Аннотация.* В честь 100-летнего юбилея открытия в ТГУ естественного отделения характеризуются итоги деятельности лаборатории структурной геологии и тектоники. По направлению учебно-преподавательской работы создан междисциплинарный регионально-геологический комплекс дисциплин, позволяющий студентам получить навыки анализа региональных структур в составе платформ, складчатых поясов и континентальных рифтов.