

УДК 552.3:550.4:550.42:550.93

ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОЛОГИЯ МЕТАБАЗАЛЬТОВ СРЕДНЕ-КУМИРСКОЙ ТОЛЩИ ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

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

Приведены данные о петрографии, петрологии и геохимии metabasaltoidов средне-кумирской толщи венда-раннего кембрия Горного Алтая. Это высоко титанистые базальтоиды с преобладанием натрия над калием, Nb-обогащённые и Rb-деплементированные. Метабазальты средне-кумирской толщи формировались за счёт частичного плавления обогащённого астеносферного источника (преимущественно, шпинелевых лерцолитов и в меньшей степени – гранатовых лерцолитов) в обстановке океанических островов при участии плюмового компонента, тяготеющих к среднему составу базальтов океанических островов (OIB). Субвулканические и эффузивные образования средне-кумирской свиты сопровождаются проявлениями, геохимическими аномалиями и шлиховыми потоками золота.

Ключевые слова: metabasальты, геохимия, петрология, плавление астеносферного источника, шпинелевые лерцолиты, гранатовые лерцолиты, плюмовая обстановка, золото

GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF METABASALTS MIDDLE-KUMIRSKAJA SLICE MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

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

Data on petrography, petrology and geochemistry of metabasalts of Middle-Kumirskaja slice of Vendian-Early Cambrian of Mountain Altai lead. There are high titanium basalts with predominance natrium over kalium, Nb-riched and Rb – depleted. The metabasalts of Middle-Kumirskaja slice formed for count partial melting riched astenospheric source (predominant spinel lherzolite, and in smaller degrees – garnet lherzolite) in setting ocean islands at participation plum component, weighing to average composition basalts ocean islands (OIB). Subvolcanic and volcanic rocks of Middle-Kumirskaja slice accompany manifestations, geochemical anomalies and panning streams of gold.

Keywords: metabasalts, geochemistry, petrology, melting astenospheric source, spinel lherzolite, garnet lherzolite, plum setting, gold

Реконструкция петрогенезиса и особенностей геодинамической обстановки формирования метавулкаников и их роли в металлогении играет важную роль в изучении региональной геологии [1]. Метаморфизованные вулканики в сложных терригенно-вулканогенных разрезах нередко являются единственными образованиями, по которым можно реконструировать геодинамическую обстановку формирования таких толщ [2]. Поэтому актуальность петрологических и геохимических реконструкции metabasальтов средне-кумирской тощи Горного Алтая не вызывает сомнений. Цель исследования – на основе геохимических данных и петрологии metabasальтов средне-кумирской толщи выявить особенности их генерации и геодинамической обстановки формирования.

Результаты исследования. Толща вскрывается в обоих бортах реки Кумир севернее ручья Подъёмного и р. Берёзовки – притоков р. Кумир, в тектоническом клине среди девонских образований. Она сложена гравелитами, песчаниками, алевролитами, толеитовыми metabasальтами и их туфами, мраморами и образующимися по мраморам кварцитами. Окраска пород, исключая мраморы, выдержана в серо-зелёных тонах. Толща интенсивно рас-

сланцована, участками с развитием будинажа. Мощность толщи не определена, но, вероятно, не менее 700 м. Характерна напряжённая мелкая складчатость типа гофрировки.

Силикатные породы местами метаморфизованы вплоть до развития метаморфических сланцев. Они обычно сохраняют текстурно-структурные и вещественные реликты исходной породы, различаемые визуально. От сланцев терехтинского метаморфического комплекса они отличаются меньшей степенью перекристаллизации и ассоциацией с мраморами.

Химический состав metabasальтов по А.Н. Уварову и др. (1999): (среднее из 6, %): SiO₂ – 46,25, TiO₂ – 2,08, Al₂O₃ – 14,78, FeO – 12,63, MnO – 0,21, MgO – 7,21, CaO – 6,81, Na₂O – 2,67, K₂O – 0,3, P₂O₅ – 0,24. Для них характерен дефицит лёгких РЗЭ (La/Yb=0,7 – 0,9; Ce/Yb=2,56 – 3,66) при содержаниях в г/г (2 анализа): La – 2,31 – 5,26, Ce – 8,44 – 21,3, Nd – 10,4 – 15,7, Sm – 3,2 – 5,52; Eu – 1,32 – 2,15, Gd – 7,31 – 11, Tb – 0,72 – 1,41, Yb – 3,3 – 5,82, Lu – 0,68 – 0,88. По петрохимическим характеристикам metabasальты отличаются от девонских вулкаников основного состава ергольского комплекса. У них более высокие содержания

MgO, TiO₂, P₂O₅ и более низкие SiO₂. Это глинозёмистые до умеренно глинозёмистых с натровым уклоном образования.

Венд-раннекембрийский возраст характеризующих образований принят по аналогии с подобными толщами в смежных районах Горного Алтая, исходя из петрогеохимических особенностей вулканитов и с учётом степени их метаморфизма. Девонский возраст толщи подтверждается наличием рвущих субвулканических тел ергольского и коргонского комплексов, которые не будинированы и не рассланцованы.

Наличие в составе толщи полевошпат-кварцевых гравелитов, песчаников и мраморизованных известняков, содержащих примесь

органического вещества (определено термическим анализом), указывает на её формирование в условиях мелководного морского бассейна. Это, с учётом петрогеохимических особенностей метабазальтов, позволяет считать, что тектонический блок, выполненный метаморфизованными вулканогенно-осадочными образованиями, представляет собой фрагмент подводной части океанического острова.

Нами толща обследована в левом и правом бортах р. Кумир, названа средне-кумирской толщей, из которой проанализированы метабазальты (таблица). Состав метабазальтов по основным петрогенным компонентам и элементам-примесям близок к среднему составу, приведённому Уваровым А.Н. для этих пород.

Представительные анализы метабазальтов средне-кумирской толщи (оксиды, масс. %) (элементы – г/т)

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO ₂	46,3	47,1	47,3	46,9	47,5
TiO ₂	2,11	2,05	2,12	2,17	2,21
Al ₂ O ₃	14,82	14,9	15,1	15,0	14,75
Fe ₂ O ₃ t	12,66	12,62	12,7	12,72	12,65
MnO	0,22	0,23	0,3	0,28	0,25
MgO	7,25	7,15	7,06	7,14	7,11
CaO	6,83	6,78	6,82	6,86	6,85
Na ₂ O	2,72	2,83	2,85	2,9	2,95
K ₂ O	0,35	0,4	0,38	0,42	0,41
P ₂ O ₅	0,25	0,4	0,37	0,41	0,45
Ga	19,5	18,5	17,5	17,2	16,9
Rb	5,5	6,1	7,2	8,5	9,1
Sr	560	570	540	345	342
Y	50	48	45	42	41
Zr	275	273	260	255	257
Nb	22	23	21	20	22
Mo	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9
Sn	3,5	3,9	4,0	4,1	3,8
Cs	0,3	0,4	0,35	0,39	0,41
Ba	45	155	123	200	170
La	21	22	3,5	5	6
Ce	47	48	15,8	21,6	22,5
Pr	8,5	8,8	3,8	5,7	6,1
Nd	32,1	33,2	12,4	15,7	15,9
Sm	8,2	8,5	4,5	5,6	5,5
Eu	2,3	2,2	2,5	2,15	2,21
Gd	10,1	10,0	9,5	11,0	10,8
Ho	1,8	1,7	1,6	1,5	1,7
Er	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7
Tm	0,55	0,52	0,51	0,5	0,53
Yb	3,3	4,5	4,2	1,6	2,1
Lu	0,44	0,5	0,47	0,33	0,35
Hf	7,2	7,5	7,3	4,5	4,4
Ta	1,7	1,8	1,9	0,7	0,9
W	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Th	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8
U	1,0	1,1	1,2	1,3	1,25
Co	65	70	66	55	54
Sc	52	57	60	54	52
Ni	23	28	24	25	27
Cr	47	50	52	49	45
Ba/Nb	2,04	6,7	5,9	10,0	7,7
La/Nb	0,95	0,96	0,17	0,25	0,27
La/Sm	2,56	2,59	0,78	0,89	1,1
Zr/Y	5,5	5,7	5,8	6,1	6,3
Zr/Nb	12,5	11,87	12,4	12,75	11,7
U/Th	0,47	0,48	0,48	0,5	0,45

Примечание. Fe₂O₃t – общее содержание двух и трёхвалентного железа.

Толще соответствует отрицательное магнитное поле с отдельными положительными «узлами» низкой интенсивности, отражающими участки развития metabasalts. На аэрофотоснимках кварциты и мраморы выделяются по более светлому фототону и слаборасчленённому микрорельефу на фоне вулканогенно-терригенных отложений.

Отношения урана к торию в metabasalts низкие и дают узкий спектр варьирования значений от 0,45 до 0,5 (табл. 1), указывающие на незначительные измене-

ния в результате наложенных процессов. В целом metabasalts средне-кумирской толщи относятся к высокотитанистым базальтоидам, с преобладанием натрия над калием и очень низкими содержаниями рубидия. Базальтоиды могут рассматриваться как ниобий обогатённые эффузивы (Nebrich basalts) с высокими концентрациями Y, Co, Ni, Cr, Sc.

На диаграмме Ba/Nb – La/Nb составы пород тяготеют к полям OIB (базальтов океанических островов) и MORB (базальтов срединно-океанических хребтов) (рис. 1).

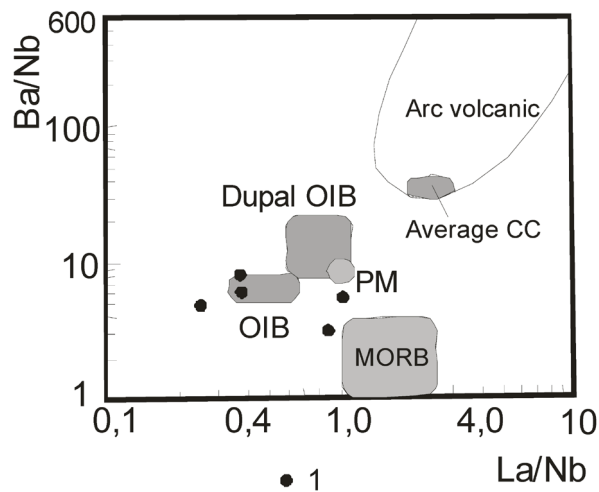


Рис. 1. Диаграмма Ba/Nb – La/Nb по [8] для metabasalts средне-кумирской толщи венда – раннего кембрия.

Данные по примитивной мантии (PM) по Sun, McDonough [11]; средней континентальной коры (CC) по Taylor, McLennan [12]; данные по OIB, MORB по Le Roux; данные по составам вулканических дуг по Jahn, Zhang [4]. 1 – metabasalts

Соотношение нормированных содержаний La и Sm на верхнекоровые значения позволяет

говорить о генерации расплавов из обогатённой и деплетированной мантии (рис. 2).

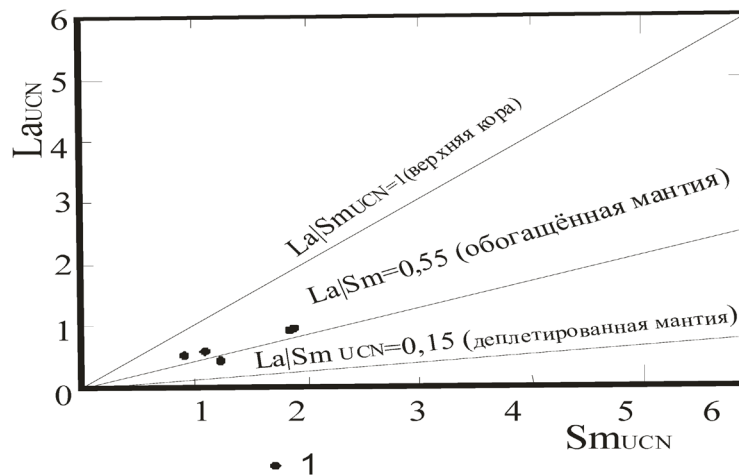


Рис. 2. Диаграмма LaUCN – SmUCN по [9] для metabasalts средне-кумирской толщи. LaUCN и SmUCN – значения концентраций лантана и самария, нормализованные на верхнекоровые значения по [7]. Остальные условные обозначения см. на рис. 1

На диаграмме La/Sm – La фигуративные точки составов метабазитов попадают на две линии трендов плавления гранатовых и шпинелевых лерцолитов, тяготею-

щих к среднему составу MORB (рис. 3). В обоих случаях наблюдается небольшая степень частичного плавления источников (0,05-0,01).

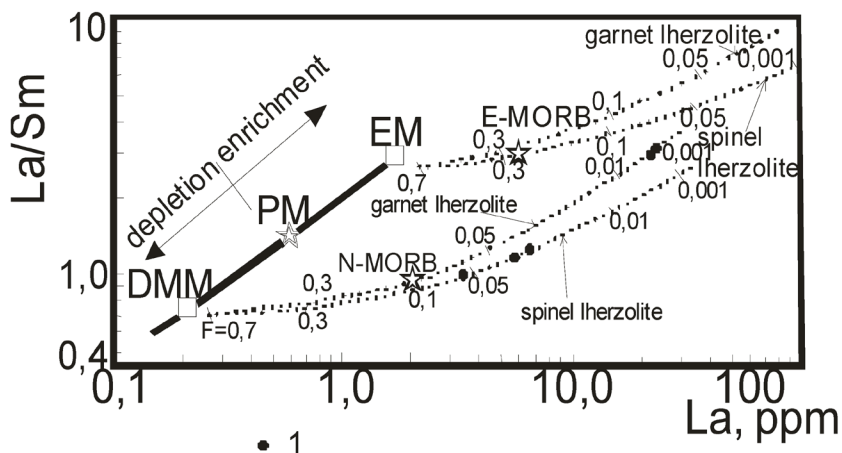


Рис. 3. Диаграмма La/Sm – La по [3] для метабазальтов средне-кумирской толщи. DMM – деплетированный мантийный источник MORB. PM – примитивная мантия; EM – обогащённый мантийный источник; E-MORB – и N-MORB – составы обогащённых (E) и нормальных (N), базальтов срединно-океанических хребтов; точечные линии – тренды плавления источников DMM и EM, засечки с цифрами на точечных линиях – степень частичного плавления для соответствующих мантийных источников. Остальные условные см. на рис. 1

Соотношение Zr/Y – Zr/Nb указывает на тяготение фигуративных точек составов пород к линии смешения плюмового источника базальтоидов OIB

и MORB вблизи среднего значения щелочных базальтов океанических островов (или симаунтов) плюмовой природы (рис. 4).

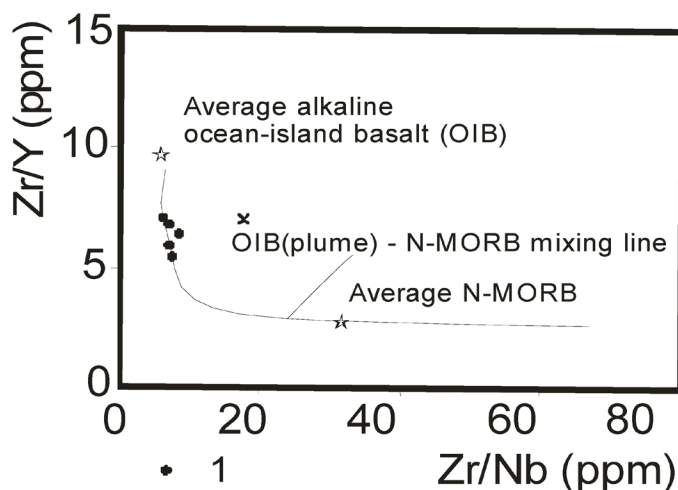


Рис. 4. Диаграмма Zr/Y – Zr/Nb по [10] для метабазальтов средне-кумирской толщи. Звёздочками отмечены: Average alkaline ocean basalt (OIB) – средний состав щелочного океанического базальта (OIB); Average N-MORB – средний состав нормального океанического базальта (COX); OIB (plume) – N-MORB mixing line – линия смешения плюмовых (OIB) базальтов и нормальных базальтов COX. Остальные условные на рис. 1

Интерпретация результатов. Приведенные материалы показывают, что метабазалты средне-кумирской толщи формировались за счёт частичного плавления астеносферного источника (преимущественно, шпинелевых лерцолитов и в меньшей степени – гранатовых лерцолитов) в обстановке океанических островов при участии плюмового компонента, тяготеющих к среднему составу ОИВ (рис. 3). В обоих случаях наблюдается небольшая степень частичного плавления источников (0,05-0,01). Местами к выходам субвулканических образований средне-кумирской толщи тяготеют проявления, геохимические аномалии и шлиховые потоки золота, указывающие на возможность обнаружения масштабного золотого оруденения. Эндогенное колчеданное оруденение с золотом, связанного с современными океаническими обстановками, отмечено в районе Галапагосских островов (Аксиал Симаунт и Южный Эксплорер Ридж) [5]. Весьма перспективными являются проявления золота, связанные с эксгалиационно-осадочными образованиями засурьинской свиты в районе Маралихи и Засурьи (Засурьинское проявление золота среди брекчированных яшмоидов).

Выводы

Эффузивные метабазалты и субвулканические образования средне-кумирской толщи Горного Алтая относятся к базальтам океанических островов (типа Симаунтов) и связаны в своём образовании с плюмтектоникой.

Пространственно с ними связаны проявления, шлиховые потоки и геохимиче-

ские аномалии золота, перспективные на обнаружение масштабного оруденения золота.

Список литературы

1. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск: Изд-во СТУ, 2003. – 308 с.
2. Гусев А.И. Металлогения золота: на примере Горного Алтая и Горной Шории // Gamburgh: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 370 с.
3. Aldanmaz E., Pearce J.A., Thirlwall M.F., Mitchell J.G. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, postcollision volcanism in western Anatolia, Turkey // *Journal of Volcanology and Geothermal Research.*, 2000. – V. 102. – P. 67-95.
4. Jahn B.M., Zhang Z.Q. Archean granulite gneisses from eastern Hebei province, China: rare earth geochemistry and tectonic implication // *Contributions to Mineralogy and Petrology.* – 1984. – V. 85. – Pp. 224–243.
5. Hannington M.D., Peter J.M., Scott S.D. Gold in Sea-Floor Polymetallic Sulfide Deposits // *Econ. Geol.* – 1986. – V.81. – N8. – P.1867-1883.
6. Le Roux A.P. Geochemical correlation between Southern African kimberlites and South Atlantic hot spot // *Nature.* – 1986. – V. 324. – Pp. 243-245.
7. McLennan S.M. Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2001. – V. 2. – Paper 2000 GC000109. – 24 p.
8. Pang K.-N., Zhou M.-F. et al. Erratum to “Flood basalt-related Fe-Ti oxide deposits in the Emeishan large igneous province, SW Chin” // *Lithos*, 2013. – V. 119. – Pp. 123-136.
9. Pearce J.F. A user's guide to basalt discrimination diagrams // *Geological Ass. Of Canada Short Course Notes*, 1996. – V. 12. – Pp. 79-113.
10. Saccani E., Arimzadeh Z., Dilek Y., Jahaniri A. Geochronology and petrology of the Early Carboniferous Misho Mafic Complex (NW Iran), and implications for the melt evolution of Paleo-Tethyan rifting in Western Cimmeria // *Lithos*, 2013. – V. 175-176. – Pp. 264-278.
11. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implication and processes / *Magmatism in the Ocean Basins* // *Geological Society of London. Special Publication.* – 1989. – № 42. – Pp. 313-345.
12. Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: composition and evolution. – Boston: Blackwell Scientific Publications. – 1985. – Pp. 209-230.