

## ТОНАЛИТ-ПЛАГИОГРАНИТ-ЛЕЙКОГРАНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ РУДНОГО АЛТАЯ

Ю.А. Туркин

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

Наиболее древними интрузивными образованиями Рудного Алтая согласно Алтайской серийной легенды и принятой схемы магматизма [Корреляция..., 2000] являются габброиды и плагиограниты условно раннедевонского (доэмского) алейского комплекса. На территории Казахстана ему соответствует алейско-синюхинский комплекс гранодиорит-гранитов, в котором объем пород первой фазы (габбро, габбродиориты, диориты, кварцевые диориты) составляет первые проценты от общего объема комплекса. Главная фаза представлена роговообманковыми тоналитами, плагиогранитами, лейкоплагиогранитами. Комплекс, по определению, развит в центральной части Рудно-Алтайской СФЗ (Алейское геоантиклинальное поднятие), сменяясь по периферии и прорываясь в средней части ареала развития плагиогранит-лейкогранитовыми массивами позднедевонского змеиногорского габбро-гранит-лейкогранитового комплекса. Обоснование раннедевонского возраста алейского габбро-тоналит-плагиогранитового комплекса (по существу единственное) основывается на наличии гальки сходных пород в конгломератах основания лениногорской свиты, несмотря на полученный изотопный возраст 386-379 млн. лет. По имеющимся данным, в составе алейского комплекса (по выборкам С.П. Шокальского, О.В. Мурзина) менее всего распространены граниты (2%) и диориты (3%); более развиты тоналиты и гранодиориты (5%), плагиограниты (15%, по площади распространения, вероятно, значительно больше) и габброиды (15%). Наиболее распространенной разновидностью являются лейкоплагиограниты (33%) при широком развитии лейкогранитов (26%), половину из которых составляют граниты с преобладанием натрия (натриевые лейкограниты). То есть состав комплекса соответствует габбро-плагиогранит-лейкоплагиогранитовой породной ассоциации, более всего развитой в комплексах тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой формации зон континентальной коллизии (Гималаи, Альпы) и активных континентальных окраин (Анды).

Змеиногорский габбро-гранит-лейкогранитовый комплекс в данном виде также выделен Алтайской серийной легендой и, по данным С.П. Шокальского [Корреляция..., 2000], О.В. Мурзина [2001], включает габброиды и диориты первой фазы, биотит-амфиболовые меланограниты, гранодиориты и кварцевые диориты второй фазы, биотит-амфиболовые граниты третьей фазы, лейкограниты микропегматитовые и двуслюдяные четвертой и пятой фаз, дайки диорит-порфиринов, плагиогранит-порфиринов, аплитов [Корреляция..., 2000]. Но в сводной аналитической базе пород данного комплекса (по С.П. Шокальскому) породы гранитового уровня кремнекислотности ( $\text{SiO}_2 = 68-73\%$ ) менее всего представлены гранитами (2% от общего объема выборки, как и в алейском комплексе); доминируют плагиограниты (12%) при некотором преобладании тоналитов над гранодиоритами. Более всего распространены лейкоплагиограниты (21%) и существенно натриевые лейкограниты (32%) при достаточно широком развитии лейкогранитов (20%) с равными содержаниями натрия и калия или с преобладанием калия, по составу подобных устьянским. Габброиды (5% от общего объема выборки) и диоритоиды (5%), как и граниты, не играют существенной роли в составе змеиногорского комплекса и по наиболее распространенным петрографическим разновидностям змеиногорский комплекс более целесообразным было бы назвать плагиогранит-лейкогранитовым или лейкоплагиогранитовым. При весьма значительном сходстве петрогеохимического состава с алейским комплексом, данная породная ассоциация отличается более широким развитием лейкогранитов при их более высокой калиевости (табл. 1).

# 1. Химические составы и распространенность гранитоидов алейского и змеиногорского комплексов

компонент	Алейский комплекс				Змеиногорский комплекс			
	тоналиты и гранодиориты	плагиограниты и лейкоплагиограниты	граниты	лейкограниты	тоналиты и гранодиориты	плагиограниты и лейкоплагиограниты	граниты	лейкограниты
SiO <sub>2</sub>	66,73	73,87	71,80	75,97	65,87	73,80	72,14	75,72
TiO <sub>2</sub>	0,53	0,34	0,29	0,14	0,62	0,28	0,34	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,52	13,30	14,14	12,85	14,82	12,98	13,38	12,61
? FeO*	4,91	3,37	3,46	2,32	5,77	3,68	3,72	2,23
MnO	0,07	0,10	0,07	0,11	0,12	0,11	0,07	0,07
MgO	1,80	0,66	0,86	0,34	1,62	0,51	0,80	0,29
CaO	4,25	2,59	2,09	1,31	4,12	2,43	1,76	0,93
Na <sub>2</sub> O	3,42	3,80	3,76	3,69	3,28	4,36	4,34	3,98
K <sub>2</sub> O	1,64	1,56	2,90	2,87	2,23	1,24	2,73	3,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,08	0,08	0,04	0,18	0,07	0,08	0,12
n	7	62	3	33	7	94	5	150
%	5	48	2	26	3	33	2	52

Гистограмма распределения петрогеохимических разностей пород, по данным О.В. Мурзина [2001] относимых к алейскому и змеиногорскому комплексам, по объему выходов на поверхности фундамента также имеют значительное сходство, характеризуюсь бимодальностью при подчиненном развитии габброидов и диоритоидов первой фазы; различием является отсутствие в алейском комплексе широко проявленной лейкогранитовой составляющей, почти полностью включенной в состав змеиногорского комплекса. Но количественные соотношения тоналит (гранодиорит) - гранит – плагиогранит – плагиолейкогранит остаются весьма близкими: 2,5 : 1 : 6 : 14 в алейском комплексе и 1,5 : 1 : 7 : 12 в змеиногорском комплексе. Следует отметить, что породы тоналит-гранодиоритового ряда и в алейском, и в змеиногорском комплексах развиты достаточно широко в эндоконтактах массивов и в виде мелких ксенолитов, часто имеющих небольшие размеры (10-20 см) и поэтому, возможно, пропорционально распространенности не представленных в петрохимических выборках. Но даже при ограниченных объемах развития эти породы являются очень характерными, часто встречаемыми и типовыми для данных породных ассоциаций.

В Алейском поднятии алейский габбро-тоналит-плагиогранитовый комплекс слагает крупный Алейский плутон с пересекающей его продольно в северо-западном направлении Центральной зоной расщелачивания. Согласно изданной геологической карте листов М-44-Х и М-44-ХІ он прорван более мелкими массивами гранитоидов позднедевонского змеиногорского комплекса. Оконтуривание алейских плагиогранитов проведено весьма условно, что установлено нашими наблюдениями севернее пос. Чеканово, в районе г. Копанец и в правобережье реки Алей в районе села Новокамьшенка. В районе пос. Чеканово устанавливается частая перемежаемость (с мощностью зон от первых до нескольких метров) плагиогранитов «алейского» облика со змеиногорскими лейкоплагиогранитами и лейкогранитами, при этом породы испытали весьма активный кремне-щелочной метасоматоз и большинство пород определяются как калишпатизированные или альбитизированные разности. В районе горы Копанец вообще отсутствуют породы, которые согласно описаниям могут быть отнесены к алейскому комплексу за исключением небольшого ксенолита более меланократовых гранитоидов, которые также могут быть отнесены к натровым гранитам и плагиогранитам змеиногорского комплекса (Na<sub>2</sub>O = 3,52%, K<sub>2</sub>O = 2,18% при SiO<sub>2</sub> = 72,64%). В районе села Ново-

камышенка в зоне зафиксированного на изданной геологической карте контакта змеиногогорских и алейских гранитоидов не наблюдается резкого перехода между лейкогранитами змеиногогорского (согласно карте) комплекса ( $\text{Na}_2\text{O} = 4,52\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 2,95\%$  при  $\text{SiO}_2 = 77,29\%$ ) и алейскими плагиогранитами ( $\text{Na}_2\text{O} = 3,94-4,22\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 1,83-2,30\%$  при  $\text{SiO}_2 = 74,3\%$ ). Данный контакт (переход) может быть определен как фациальный, в лучшем случае – как фазовый, но только не как граница двух разновозрастных комплексов. Породы, подобные идентифицируемым с алейскими плагиогранитами, фиксируются и за пределами Алейского плутона. В Ревневско-Амелихинском массиве в приразломной полосе Северо-Восточной зоны смятия катаклазированные, разгнейсованные и милонитизированные гранитоиды (бластомилониты, гранито-гнейсы) также нередко определяются как первично существенно плагиоклазовые породы, а микроклин развит в виде порфиробластов и имеет наложенный характер. В бассейне реки Большой Луговой развиты плагиограниты, с формированием по ним в Северо-Восточной зоне смятия плагиогнейсов и плагиомигматитов. Отнесение всех данных пород только к змеиногогорскому комплексу является весьма условным в связи с их сильной измененностью, что фиксируется и для алейских плагиогранитов в Центральной зоне рассланцевания в пределах Алейского поднятия.

Петрографическая характеристика плагиогранитов алейского и змеиногогорского комплексов находится в соответствии с их химическим составом и имеет различия только в незначительных нюансах. По описаниям О.В. Мурзина [2001], в обоих случаях количественно доминирующий плагиоклаз представлен зональными кристаллами с олигоклаз-андезиновым ядром и олигоклазовой периферией, и в алейском и в змеиногогорском комплексе распределение и формы выделения кварца обеспечивают породам некоторую порфирированность. Для алейского комплекса приводятся только более широкие вариации содержания роговой обманки (3-10%) и биотита (4-15%), чем для змеиногогорских плагиогранитов (1-6% и 1-8% соответственно), а приведенные содержания калиевого полевого шпата (2-10% для алейского комплекса и 0-8% для змеиногогорского комплекса) не требуют комментариев. Акцессорные минералы также представлены сходным набором: магнетит, ильменит, апатит, сфен, циркон. Гнейсовидность плагиогранитов спорадически фиксируется и в алейских, и в змеиногогорских плагиогранитах и приурочена к мощным тектоническим зонам северо-западного простирания: Центральной зоне рассланцевания в Алейском массиве алейского комплекса и Северо-Восточной зоне смятия в Ревневско-Амелихинском массиве змеиногогорского комплекса. Но поскольку развитие алейских плагиогранитов предполагается только вдоль тектонической зоны, а змеиногогорские породы развиты и на удалении от крупных нарушений, то в структурно-текстурную характеристику алейских плагиогранитов и включается их более часто проявленная гнейсовидность и «признаки первичной полосчатой текстуры, выражающиеся в послойном обогащении породы цветными компонентами». Тектоническая проработка алейских плагиогранитов, возможно, в какой-то степени влияет и на химический состав пород.

Редкоэлементный состав алейского и змеиногогорского комплексов был ранее охарактеризован О.В. Мурзиным [2001], для плагиогранитов алейского комплекса по трем пробам были установлены содержания (г/т): Rb = 22,8, Sr = 274, Ba = 244, Zr = 41,2, Nb = 4,52, Y = 9,41, Ce = 24,2, Yb = 1,09, Ga = 17,3, Eu = 0,76, Sc = 5,44, Hf = 1,60, Ta = 0,30, Th = 2,94, U = 0,43; для плагиогранитов змеиногогорского комплекса: Rb = 32,4, Sr = 162,7, Ba = 295, Zr = 251,3, Nb = 7,46, Y = 40,60, Ce = 36,6, Yb = 4,45, Ga = 14,5, Eu = 1,66, Sc = 13,2, Hf = 5,8, Ta = 0,50, Th = 4,9, U = 1,3. Существенные различия фиксируются по цирконию, европию, иттрию, скандию, гафнию, а также по тяжелым РЗЭ. Нами было проведено дополнительное опробование в районе г. Копанец и пос. Новокамышенка, при этом были получены такие результаты: для плагиогранитов алейского комплекса (по 3-м пробам в контурах последнего на изданных картах листа М-44-ХІ по О.В. Мурзину) - Rb = 64-85, Sr = 116-142, Ba = 460-

528, Zr = 133-172, Nb = 7,6-9,3, Y = 32-41, Ce = 44-62, Yb = 3,2-4,0, Ga = 12,7-13,3, Eu = 0,80-0,95, Hf = 4,2-5,0, Ta = 0,60-1,16, Th = 7,6-7,8, U = 1,02-2,30; для плагиолейкогранитов змеиногорского комплекса (по 3-м пробам) - Rb = 13,5-95, Sr = 64-195, Ba = 162-580, Zr = 106-207, Nb = 8,3-13,6, Y = 29-45, Ce = 27-47, Yb = 3,0-4,7, Ga = 14,7-15,6, Eu = 0,81-1,14, Hf = 3,9-4,8, Ta = 0,68-1,14, Th = 4,9-10,1, U = 1,16-2,10. Приведенные данные позволяют говорить о близком сходстве, а с учетом природной и аналитической дисперсии – об идентичности редкоэлементного состава плагиогранитов алейского и змеиногорского комплексов. Существенные различия фиксируются только по более низким содержаниям тяжелых лантаноидов для более меланократовых алейских плагиогранитов и тоналитов, вероятно как для образований более ранней фазы внедрения. На спайдеграмме распределения РЗЭ (рис. 1) последние при отсутствии европиевого минимума достаточно отчетливо идентифицируются с породами тоналит-гранодиоритовой формации Анд северной части Чили [Петрологическое изучение..., 1995] и трондjemитами континентальных окраин (по Дж.Г. Арт, 1983). В более лейкократовых плагиогранитах и плагиолейкогранитах при общем слабом повышении суммы РЗЭ проявляется отчетливо выраженный европиевый минимум и более интенсивный рост содержаний тяжелых лантаноидов, достигающих максимума в лейкогранитах и, более всего, в плагиогранит-порфирах завершающей фазы змеиногорского комплекса, характеризующихся резким европиевым минимумом. Подобное распределение РЗЭ типично для большинства девонских магматических комплексов Алтая (коргонский, еловский, каменевский и др.); показательно, что по данному критерию плагиограниты алейского комплекса полностью идентифицируются с гранитоидами Колыванского массива позднедевонского усть-беловского комплекса, а по содержаниям тяжелых лантаноидов также сопоставимы с лейкогранитами позднедевонского боровлянского комплекса. Также заслуживает внимания тот факт, что весьма близкие содержания и распределение РЗЭ обнаруживают вулканы средне-позднедевонского каменевского комплекса [Мурзин и др., 2001], при этом по содержаниям тяжелых лантаноидов последние занимают, в среднем, промежуточное положение между алейскими и змеиногорскими плагиогранитами. Следует отметить, что высокие содержания тяжелых РЗЭ, более типичные, как это принято считать, для островодужных магматических образований (Арт, 1983), фиксируются и в активных континентальных окраинах Америки, Восточного Сихоте-Алиня и Камчатки [Геологическое картирование..., 1994].

Как известно, распределение РЗЭ, входящих в группу сильных центрбежных элементов, определяется особенностями магомгенерации, кристаллизационного фракционирования, а также степенью контаминации расплавов коровым материалом и составом источника субдукционных магм. В нашем случае повышенные значения тяжелых лантаноидов могут быть связаны с действием целого комплекса факторов, включая значительную мощность субконтинентальной коры, степень плавления определенного по составу сиалического субстрата, участие первичных мантийных выделок (для ранних фаз) и действие обогащенного мантийного источника, но никак, при имеющихся высоких значениях легких лантаноидов и высокой степени дифференциации последних (крутой наклон кривой распределения), не могут свидетельствовать о принадлежности анализируемых пород офиолитам или островодужным образованиям. Подобное распределение РЗЭ с близкой к симметричной формой кривых выявлено в Восточном Сихоте-Алине, где предполагается высокая роль кристаллизационной дифференциации исходных расплавов, а высокое содержание тяжелых РЗЭ связывается с повышенной основностью фракционировавшегося исходного расплава [Петрологическое изучение..., 1995]. Отмечено, что для пород в комплексах тоналит-гранодиоритовой формации характерен общий наклон в группе легких РЗЭ и заметное различие кривых в группе тяжелых лантаноидов, при этом самое высокое фракционирование наблюдается в коллизионных альпийских комплексах, а наиболее низкое – в комплексах активных континентальных окраин (Андийский, Восточно-Сихоте-Алиньский вулканоплутонический по-

## 2. Химический состав лейкогранитов змеиногорского и устьянского комплексов

компоненты	змеиногорский комплекс, n = 26	устьянский комплекс		
		крупнозернистые лейкограниты первой фазы, n = 22	мелкозернистые лейкограниты второй фазы, n = 6	среднее по лейкогранитам устьянского комплекса, n = 28
SiO <sub>2</sub>	75,95	76,20	76,61	76,29
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,11	0,09	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,66	12,45	12,06	12,37
FeO*	2,04	1,96	2,18	2,01
MnO	0,06	0,06	0,06	0,06
MgO	0,29	0,33	0,24	0,31
CaO	0,69	0,63	0,56	0,62
Na <sub>2</sub> O	3,47	3,58	3,71	3,61
K <sub>2</sub> O	4,56	4,57	4,21	4,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,02	0,03	0,02

яса). В нашем случае графики распределения РЗЭ в породах алейского, змеиногорского и устьянского комплексов достаточно точно идентифицируются с графиками поведения лантаноидов в вулканитах и интрузивных породах (тоналитах, лейкогранитах тоналит-гранодиоритовой формации) чилийских Анд и Восточного Сихоте-Алиня [Петрологическое изучение..., 1995].

Породная ассоциация алейского комплекса не может быть идентифицирована с традиционно выделяемой раннегеосинклинальной габбро-плагиогранитной формацией по ряду причин: низкая глиноземистость и умеренная (известково-щелочная, а не толеитовая) титанистость габброидов, повышенная калиево-щелочность плагиогранитов, незначительные объемы габброидов, широкое развитие лейкократовых разностей. Как известно, габбро-плагиогранитная формация является типичной для примитивных энсиматических островных дуг, развиваясь на коре океанического типа и ассоциируясь с комплексами спилит-кератофировой формации, что практически исключено для Рудного Алтая среднепалеозойского (доэмского) времени. Более всего, по нашему мнению, алейский комплекс идентифицируется с проявлениями тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой формации (Магматические формации СССР, 1979; Петрологическое изучение..., 1995; Российский металлогенический словарь, 2003). К этой же формации, проявления которой субсинхронны формированию континентальных моласс, должна быть отнесена и породная ассоциация ранних фаз змеиногорского комплекса. Не укладывается в данную схему широкое развитие лейкогранитов, включенных в состав последнего, но по составу нередко достаточно хорошо идентифицирующихся с лейкогранитами устьянского гранит-лейкогранитового комплекса. Существенно калишпатовые (натриево-калиевые) лейкограниты с содержанием K<sub>2</sub>O более 4,0% развиты по всей площади распространения змеиногорских лейкократовых гранитоидов, их присутствие фиксируется в Алейском, Ревневско-Амелихинском, Новоалейском, Масальском, Екатеринбургском, Маячном, Арсенинском, Чернокаменском массивах (всего отобрано 26 анализов) (табл. 2).

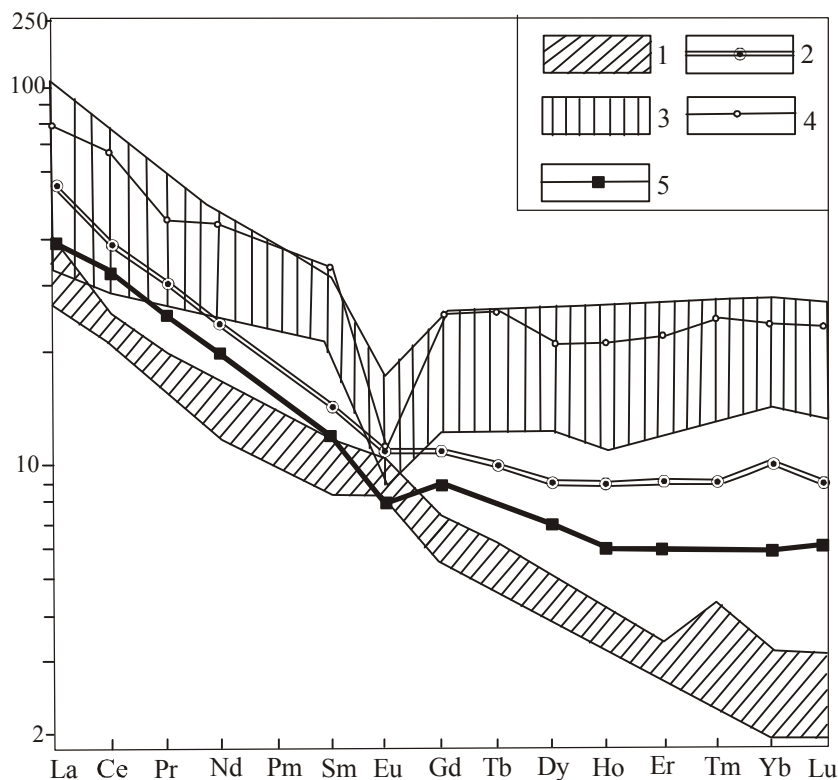
Также близки составы лейкогранитовой части змеиногорского комплекса и лейкогранитов устьянского комплекса по содержаниям редких и редкоземельных элементов (рис. 1). На спайдеграмме распределения РЗЭ график устьянских лейкогранитов с высокой степенью достоверности идентифицируется с лейкогранитами змеиногорского комплекса и практически полностью совпадает с графиком змеиногорских дайковых плагиогранит-порфиров горы Копанец (массив Мохнатые Сопки), что не оставляет сомнений в принадлежности и тех и других к одному магматическому комплексу. Необходимо отметить, что выделенный

при составлении Алтайской серийной легендой (Шокальский и др., 1999; Корреляция..., 2000) устьянский комплекс, представленный единственным (!) Устьянским массивом (и, по существу, единственной петрогеохимической разновидностью), ранее традиционно рассматривался в составе змеиногорского комплекса. При этом все доказательства самостоятельности устьянского комплекса сводятся к красной окраске гранитоидов, обусловленной резким преобладанием калишпата, и к наличию в лейкогранитах (!) большого количества кварца [Мурзин и др., 2001].

Но, как следует из таблицы 2, ни по количеству кварца, ни по содержаниям калишпата устьянские лейкограниты не превосходят широко развитые в других массивах лейкограниты змеиногорского комплекса, составляя с ними одну лейкогранитовую фазу единого комплекса. Оста-

ется только сожалеть, что продемонстрированный уровень доказательности считается достаточным для включения одной петрогеохимической разновидности единственного массива в серийную легенду в качестве валидного подразделения. Цвет пород, как известно, определяется степенью пелитизации (каолинизацией) калишпата и альбита в экзогенных условиях, то есть особенностями и степенью процессов химического выветривания в конкретных массивах, и не может быть диагностическим признаком магматического комплекса. Большое количество кварца «по определению» типично для всех лейкогранитов, а особенностью Устьянского массива является то, что их много в большом объеме, но это также вряд ли можно рассматривать в качестве необходимого и достаточного критерия для выделения самостоятельного магматического комплекса при идентичности петрогеохимического состава устьянских и змеиногорских лейкогранитов (рис. 1, табл. 2).

Приводимое в пользу выделения алейского комплекса доказательство о непрорывании алейскими плагиогранитами вулканогенных образований раннего-среднего девона не может считаться достаточно убедительным, поскольку Алейский плутон сформирован в пределах геоантиклинального поднятия и девонских вулканитов там просто нет. Кроме того, последние могут быть полностью уничтожены в результате устойчивого воздымания (формирования Алейского поднятия), включая перекрывающие покровные структуры и существовавшие ранее подводные каналы ранне-среднедевонских вулканитов. Более поздние вулкани-



**Рис. 1. Нормированные к хондриту содержания РЗЭ в породах тоналит-плагиогранит-лейкогранитовой формации Рудного Алтая**

1 - тоналиты и плагиограниты ранних фаз комплекса; 2 - плагиограниты главной фазы; 3 - лейкоплагиограниты и лейкограниты поздних фаз комплекса; 4 - лейкограниты устьянского комплекса (по О.В. Мурзину); 5 - среднее для гранитоидов ( $\text{SiO}_2 > 64\%$ ) Андийского активно-окраинно-континентального пояса.

ты сосредоточены в тафрогенных грабенообразных вулканогенных прогибах; в нашем случае - в пределах Змеиногорского, Золотушинского и Рубцовского прогибов. В целом, как известно, области интенсивного вулканизма и интрузивного магматизма в окраинно-континентальных вулканоплутонических поясах нередко пространственно разобщены.

Также вряд ли в качестве доказательства существования и раннедевонского возраста алейского комплекса можно рассматривать единичные факты прорывания плагиогранитов риолитоидами мельнично-сосновского комплекса. Прежде всего, последние должны быть достаточно уверенно идентифицированы, но в настоящий момент нет убедительных доказательств того, что данные риолитоиды не являются каменевскими, пихтовскими или панфиловскими. Более того, дайки пород риолитоидного облика нередко встречаются среди плагиогранитов и лейкоплагиогранитов змеиногорского комплекса.

Наиболее существенным доказательством раннедевонского возраста и самостоятельного существования алейского (в Казахстане – алейско-синюхинского) комплекса считается наличие гальки сходных пород (плагиогранитов, адамеллитов) в базальных конгломератах лениногорской и крюковской свит. Но в последнее время были приведены доказательства того, что данные образования являются псевдоконгломератами, эруптивными и взрывными брекчиями. Как отмечают С.С. Долгушин и В.Л. Хомичев [2007], «...обломочные конгломератовидные породы на Рудном Алтае установлены многими исследователями в эндо- и экзоконтактных зонах ряда гранитоидных массивов, а также на Лениногорском рудном поле, где они описывались как аркозовые песчаники, конгломерато-брекчии, конгломераты, а позже определены В.С. Кузевым как интрузивно-взрывные брекчии». По мнению В.С. Кузевского (1974), «...брекчиевидные породы с обломками гранитоидов, проявляющиеся в различных районах Рудного Алтая, не являются осадочными или туфогенно-осадочными образованиями, за которые их принимают.» Таким образом, наличие обломков гранитного и плагиогранитного состава в конгломератовидных породах, развитых в полях раннедевонских свит не может быть надежным доказательством раннедевонского (доэмского) возраста алейского и алейско-синюхинского комплексов. Также необходимо отметить, что в настоящее время на смежной территории Казахстана казахстанские геологи более склонны датировать алейско-синюхинский комплекс средним или поздним девонем.

Изотопный возраст алейского комплекса, несмотря на несколько предпринятых попыток, не опустился ниже среднего девона –  $389 \pm 7$  млн. лет (Козлов и др., 1991). В более поздний период времени получен возраст  $379 \pm 7$  млн. лет (Владимиров и др., 2001) и еще более «молодые» датировки. Подобный возраст для алейско-синюхинского комплекса ( $386-375$  млн. лет) приводится и Г.Н. Щербой с соавторами [Большой Алтай..., 1998]. Время формирования змеиногорского комплекса ( $381 \pm 5$  млн. лет) определено в том же возрастном интервале (Владимиров и др., 2001) и соответствует среднему – позднему девону. Таким образом, мы имеем практически полную петрогеохимическую (по крайней мере – близкое сходство в пределах ареальных вариаций) и возрастную идентичность алейского габбро-тоналит-плагиогранитного и змеиногорского габбро-гранит-лейкогранитного комплексов. Доминирование в последнем натровых разновидностей гранитоидов, к сожалению, не отражено в его названии, что вводит в заблуждение не знакомых с конкретной ситуацией геологов. По нашему мнению, алейский и змеиногорский комплексы должны рассматриваться в составе единого подразделения – алейско-змеиногорского комплекса средне-позднедевонского возраста, поскольку отсутствуют убедительные доказательства, с одной стороны, раннедевонского (доэмского) возраста алейского комплекса, а с другой – петрогеохимического различия последнего от змеиногорского комплекса. Конечно, никакого отношения к гранитоидам М-типа алейский комплекс не имеет, при этом О.В. Мурзиным, в то же время, и алейские, и змеиногорские гранитоиды отнесены к гранитоидам андезитового ряда (гранитоиды андезитового ряда, то есть породы известково-щелочной серии – это не М-тип), что соответству-

ет действительности и также свидетельствует об их единстве.

Таким образом, алейский габбро-тоналит-плагиогранитный комплекс не может быть признан валидным или даже «условно валидным» подразделением по целому ряду причин.

1. Алейский комплекс и Алейский плутон не имеют четко оконтуренных границ и контактов, указывающих на прорывание алейских плагиогранитов габброидами и плагиогранитоидами более позднего (предположительно позднедевонского) змеиногорского комплекса, с которыми алейские плагиограниты развиты в единых ареалах. Проведение таких границ по геофизическим данным не подтверждается геологическими наблюдениями. Прорывание условно алейских габброидов змеиногорскими плагиогранитами и гранитами с интенсивной амфиболизацией и окварцеванием пород основного состава также не может быть безоговорочно принято, так как последние могут принадлежать первой фазе змеиногорского комплекса. Достаточно «очистить» выборки змеиногорских габброидов от повышенно титанистых долеритов белорецко-маркакольского комплекса и петрогеохимические различия алейских и змеиногорских габбро-амфиболитов будут незначительными.

2. Петрогеохимические особенности пород алейского и змеиногорского комплексов если не полностью идентичны, то очень близки в пределах фациальных или фазовых отличий. Алейские плагиограниты могут рассматриваться как более глубинные (гип-мезоабиссальные или мезоабиссальные) фациальные разновидности габбро-плагиогранитоидной породной ассоциации змеиногорского комплекса. Их нахождение только в центральной части Алейского интрагеоантиклинального поднятия (срединного массива) этому не противоречит.

3. Имеющиеся определения изотопного возраста не свидетельствуют о раннедевонском, а тем более о доэмском времени формирования алейских плагиогранитов и находятся в одном возрастном интервале с определениями пород змеиногорского комплекса. Все определения указывают на средне-позднедевонский возраст плагиогранитов, относимых к алейскому комплексу, то есть не моложе среднего девона.

4. Все доказательства, приведенные в пользу выделения самостоятельного доэмского алейского комплекса, достаточно дискуссионны и базируются на дефиците информации, косвенных данных слабой достоверности или общих рассуждениях. В их числе: а) наличие уже упомянутых галек плагиогранитов в конгломератах основания раннедевонских свит (для иллюстрации спорности данного положения можно привести «твердое» утверждение о дотурнейском возрасте гранитоидов Синюшинского массива в объяснительной записке листа М-(44)-45 [1980] по нахождению галек подобных пород в турнейских отложениях); б) непрорывание плагиогранитами комплекса девонских вулканитов и невозможность их комагматичности по причине формирования алейских плагиогранитов на уровне низов мезоабиссальной фации глубинности; в) вероятная комагматичность плагиогранитов алейского комплекса гипотетическим пржидольско-лохковским вулканитам, развитым в прогибах Казахской части Рудного Алтая (в настоящее время в доэмских свитах Казахстана – текенская, джантюжекская, корбалихинская, заводская, приревнюхинская, сарымсактинская свиты – достоверно установлено присутствие только пород основного состава, очень похожих на силлы базитов белорецко-маркакольского комплекса); г) петрогеохимическая индивидуализация плагиогранитоидов алейского и змеиногорского комплексов с отнесением первых к гранитоидам М-типа, что не подтверждается при детальном рассмотрении вопроса. Все вариации петрогенных компонентов, редких и редкоземельных элементов не выходят за рамки фазовых или фациальных (внутриформационных) петрогеохимических изменений, оставаясь в пределах природной дисперсии и единого тренда петрохимической изменчивости.

Выводы: 1. Плагиогранитоиды, ранее серийной легендой относящиеся к алейскому габбро-тоналит-плагиогранитному комплексу, совместно с резко подчиненными количественно габброидами и диоритоидами (в сумме около 10%) более целесообразно рассматривать в составе средне-позднедевонского алейско-змеиногорского комплекса совместно с позднеде-



вонским змеиногорским комплексом. Алейский комплекс, по нашему мнению, получен в результате искусственного отторжения гранитоидов единого по всем параметрам геологического подразделения как одной из его более ранних фаз. При рассмотрении комплексов как единого подразделения график распределения составов пород по уровню кремнекислотности будет характеризоваться тремя модами, соответствующими трем фазам внедрения: габброидной (с вариациями до диоритов), кварцдиорит-тоналит-плагиогранитной и лейкогранитовой. Изучение петрогеохимических особенностей пород алейского, змеиногорского и устьянского комплексов, близость их химических составов и кривых распределения РЗЭ с высокой степенью достоверности подтверждают вероятность формирования данных породных ассоциаций в результате единого магматического процесса в пределах Рудно-Алтайской структурно-формационной зоны в течение ограниченного промежутка времени (389-372 млн. лет) на субдукционно-аккреционной стадии активно-окраинно-континентального этапа развития региона, что полностью соответствует существующему определению понятия «магматический комплекс» [Петрографический кодекс..., 2009].

2. Петрографическое название алейско-змеиногорского комплекса, как достаточно типичного проявления тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой формации, не отражает его преобладающий состав. Наиболее распространенными петрографическими разновидностями объединенного комплекса являются плагиограниты (13-20%), лейкоплагиограниты (25%), существенно натриевые лейкограниты (26%) и натриево-калиевые лейкограниты (18%), тогда как граниты (2%) не являются широко распространенными даже для ранее выделяемого змеиногорского габбро-гранит-лейкогранитового (по серийной легенде) комплекса. С учетом того, что тоналиты и гранодиориты, являются хотя и не широко распространенными (3%), но часто встречаемой в эндоконтактах массивов, в мелких телах и ксенолитах (не характеризующих силикатными анализами) типоморфной петрографической разностью, наиболее оптимальным, по нашему мнению, является название «алейско-змеиногорский тоналит-плагиогранит-лейкогранитовый комплекс».

3. В настоящее время, на наш взгляд, существует достаточно оснований для выделения регионального рудноалтайского петротипа тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой формации с доминированием плагиогранитов, плагиолейкогранитов и широким развитием лейкогранитов (развитых, в частности, в Устьянском лейкогранитовом массиве) в отличие от типовой тоналит-гранодиоритовой формации с преобладанием гранодиоритов и кварцевых диоритов, что более характерно для породной ассоциации усть-беловского комплекса смежных районов Горного Алтая. В последнее время рядом геологов выделяется диорит-гранодиорит-лейкогранитовая формация, объединяющая черты диорит-гранодиоритовой и лейкогранитовой формаций [Металлогенический словарь..., 2003]; аналогично может быть выделена тоналит-плагиогранит-лейкогранитовая формация, совмещающая черты тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой и лейкогранитовой формаций. Породные ассоциации данной формации, с учетом их изотопного возраста, фиксируют позднюю стадию активно-окраинно-континентального развития Алтая и обнаруживают комагматичность вулканитам каменевского комплекса средне-позднедевонского возраста.

4. Устьянский комплекс получен в результате искусственного отторжения от алейско-змеиногорского комплекса его поздней лейкогранитовой фазы, причем в своем частном локальном выражении. Имеющиеся данные не позволяют рассматривать данную породную ассоциацию (точнее - лейкограниты Устьянского массива) в качестве самостоятельного магматического комплекса и валидного подразделения в составе серийной легенды. Устьянский массив является неотъемлемой составной частью алейско-змеиногорского комплекса единого формационного ряда от габброидов до лейкогранитов; развитые здесь породы по всем параметрам идентичны широко распространенным в целом ряде других массивов змеиногорским лейкогранитам повышенной калиевости. Широкое развитие устьянских лейкогра-

нитов также подтверждает вывод о целесообразности выделения регионального рудноалтайского петротипа тоналит-плагиогранит-лейкогранитовой формации, объединяющей черты тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой и лейкогранитовой формаций.

### **Литература**

*Большой Алтай:* (геология и металлогения). В 3 кн. Кн. 1. Геологическое строение (Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. и др.). Алматы, Гылым, 1998. 304 с.

*Геологическое картирование вулканоплутонических поясов.* М., 1994, 301 с. (Роскомнедра, Геокарт, МАНПО).

*Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000.* Изд. 2-е. Серия Алтайская. Лист М-44-Х (Горняк). Объяснительная записка (Мурзин О.В., Горшечников В.И., Жданов В.А. и др.). СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 219 с.

*Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000.* Изд. 2-е. Серия Алтайская. Лист М-44-ХI (Змеиногорск). Объяснительная записка (Мурзин О.В., Чекалин В.М., Сыроежко Н.В. и др.). СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2001. 174 с.

*Долгушин С.С., Хомичев В.Л.* Псевдоконгломераты: природа, диагностика, рудно-петрологическая зональность. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. 91 с.

*Корреляция магматических и метаморфических комплексов западной части Алтае-Саянской складчатой области / Шокальский С. П., Бабин Г. А., Владимиров А. Г., Борисов С. М. и др. [Гл. ред. А.Ф. Морозов].* Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. 187 с.

*Кузубный В.С.* О проблеме девонских гранитоидов Алтая // В кн. «Новые данные по магматизму Алтае-Саянской складчатой области». Новосибирск, 1974. С. 9-17.

*Магматические формации СССР.* Л., Недра, 1979, т. 1. 317 с., т. 2. 245 с.

*Российский металлогенический словарь.* СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. 320 с.

*Петрографический кодекс.* Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 128 с.

*Петрологическое изучение магматических ассоциаций коллизионных обстановок.* М.: Роскомнедра, 1995. 217 с.