

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ АССОЦИИ ОСНОВНЫХ ГИПАБИССАЛЬНЫХ ПОРОД БЕРИКУЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет

E-mail: lev@tpu.ru

Приведены строение, минеральный и химический составы, анализируются петрохимические параметры даек основных изверженных пород пяти генераций, становление которых непосредственно предшествовало рудообразованию и сопровождало его. Дайки принадлежат семейству умеренно щелочных оливиновых долеритов и сложены породами трех видов: умеренно щелочными оливиновыми (оливинсодержащими) долеритом и лейкодолеритом, а также одинитом, выделенным условно. Состав даек эволюционирует от долерита и лейкодолерита в начале активной флюидно-магматической деятельности на предрудном этапе до лейкодолерита в процессе и конце ее. Многоактное внедрение основных умеренно щелочных расплавов чередовалось с поступлением гидротермальных рудообразующих растворов. Сделан вывод о генерации расплавов в мантийном очаге дифференцированной до начала становления дайковой ассоциации базальтовой магмы в направлении некоторого увеличения ее щелочности и кремнекислотности. Обсуждаются факты, указывающие на флюидоподводящую роль даек на этапе рудообразования и на формирование их, как и месторождения, на плутонических уровнях глубинности.

Введение

В первой статье [1] цикла [1, 2] было показано структурное и возрастное положение малых интрузий рудного поля. На послеплутоническом этапе (Дудетский гранитоидный массив) в сравнительно узком возрастном интервале, ограниченном временем рудообразования, формировались две ассоциации гипабиссальных горных пород.

Ранняя принадлежит семейству низкощелочных гранитов, гранитов и лейкогранитов и включает дайки низкощелочного пегматоидного гранита, аплитовидных и пегматоидных гранита и лейкогранита. Минералого-петрохимические черты пород этой ассоциации описаны в [2].

Поздняя ассоциация дайковых тел основного состава предшествует рудообразованию и сопровождает его. В этой ассоциации наиболее многочисленны дорудные, сравнительно редки внутри- и позднерудные дайки.

В данной статье обсуждаются минералого-петрохимические черты ассоциации основных гипабиссальных пород рудного поля. Приходится констатировать, что эти породы доставляют некоторые, иногда существенные и большие, чем кислые породы, трудности в том, что касается их состава и его эволюции во времени, особенно в рамках дорудного этапа. Однако неизбежные в таких случаях частные допуски и предположения не дезавуируют, как представляется, ряд общих выводов, способствующих большему пониманию геологической обусловленности рудообразующих процессов.

1. Последовательность образования и эпигенетические изменения основных пород

Автором совместно с А.П. Грибановым, в отличие от предшественников, считавших все дайки "диабазов" послерудными, выделены пять генераций даек основного состава [3]: две дорудных, одну внутрирудную и две позднерудных. Однако пересече-

чения поздними дайками ранних в составе многочисленной дорудной и тем более малочисленной внутри- и позднерудной совокупностей встречаются и при детальном исследовании редко. Среди сотен даек нам известно по два таких пересечения. Поэтому не удается надежно дифференцировать, скажем, дорудные дайки по последовательности их образования и вслед за тем проследить эволюцию их состава на дорудном этапе. Делать обобщения на основе одной-двух проб было бы некорректно. Обобщены данные по всему массиву проб этой совокупности в сравнении с внутрирудными и позднерудными дайками.

Породы всех даек в разной, от слабой до значительной, степени гидротермально изменены. В составе продуктов эпигенетических преобразований преобладают серицит и карбонаты, обычные хлориты, эпидот, антигорит, альбит, лейкоксен, магнетит, пирит, – все перечисленные минералы в разных количественных соотношениях. Общий объем минеральных новообразований изменяется от первых процентов до десятков процентов к объему пород. Судя по значительному количеству поступающей в породы углекислоты (до 6...7 % CO_2 , таблица) при отсутствии ее в слабоизмененных исходных породах, мы имеем дело с метасоматическим процессом, следовательно, – с перераспределением, в том числе выносом петрогенных компонентов, компенсирующим значительный привнос углекислоты, серы, возможно, других элементов. По наблюдениям в шлифах, содержание CO_2 – очень чувствительный показатель степени изменений, – увеличение массы карбонатов сопровождается ростом объема других минеральных новообразований.

На диаграмме (рис. 1) видно, что при содержании CO_2 до 3 % количество кремнезема в породах изменяется независимо от CO_2 , и эти изменения, вероятно, отражают естественные колебания кремнекислотности исходных магматических пород. Увеличенные количества CO_2 коррелируют с неиз-

Таблица. Химические составы основных пород даек Беркульского рудного поля, масс. %

№ пп	Номер пробы	Компоненты														
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	CO ₂	S _{сульфид.}	ППП	Σ
1.	258	41,99	16,25	0,70	1,50	10,44	8,52	2,20	6,65	0,18	1,11	0,31	5,31	0,40	4,73	100,29
2.	621	42,48	15,30	1,76	1,49	10,52	7,00	2,04	6,38	0,17	0,85	0,24	7,01	0,19	4,15	99,58
3.	685	41,29	16,14	0,65	3,17	9,41	8,16	2,21	7,38	0,18	1,07	0,21	3,68	0,26	5,35	99,16
4.	1078	43,47	17,39	0,38	4,08	9,72	3,59	4,61	7,15	0,20	1,60	0,54	3,97	0,12	3,46	100,28
5.	253	44,25	16,64	0,70	2,05	11,44	8,40	1,77	6,89	0,15	1,19	0,26	3,87	0,05	2,32	99,98
6.	461	44,40	16,55	0,90	1,85	14,61	6,54	1,13	7,56	0,14	1,03	0,23	2,70	0,14	2,37	100,15
7.	208	44,65	15,84	1,00	1,90	12,06	8,29	1,68	7,03	0,10	1,03	0,28	3,04	0,10	2,32	99,32
8.	1140	44,24	17,89	1,44	3,09	9,53	6,75	3,76	8,15	0,15	1,50	0,34	0,52	0,25	1,28	98,89
9.	78	45,19	17,69	1,05	3,35	10,12	5,08	3,53	7,83	0,19	1,51	0,44	0,45	0,08	3,40	99,91
10.	790	46,24	14,24	0,55	2,35	10,16	10,31	2,24	6,82	0,14	1,05	0,23	0,61	0,15	4,08	99,17
11.	249	45,73	16,71	1,10	2,60	10,88	6,52	1,74	7,15	0,12	1,19	0,25	1,81	0,02	3,40	99,22
12.	180	46,02	16,98	0,80	3,25	9,85	7,40	1,93	6,77	0,10	0,91	0,35	1,45	0,00	3,36	99,17
13.	779	46,06	17,12	1,25	2,45	11,04	7,54	2,60	6,75	0,09	1,15	0,29	2,51	0,12	1,59	100,56
14.	683	46,21	16,33	0,80	2,82	10,58	7,79	2,65	6,06	0,17	1,05	0,31	1,56	0,07	3,11	99,51
15.	902	46,44	14,16	1,85	2,27	10,19	10,63	1,85	8,51	0,09	0,87	0,23	1,43	0,09	0,91	99,52
16.	849	46,59	13,73	0,58	2,80	12,36	8,21	2,79	6,27	0,06	1,04	0,27	1,80	0,06	2,76	99,32
17.	1118	46,50	19,61	2,05	3,95	7,73	2,38	1,92	7,70	0,18	0,85	0,37	2,61	0,09	3,99	99,93
18.	481	46,81	17,78	1,73	3,50	9,26	4,04	1,81	9,85	0,14	1,33	0,26	0,63	0,15	2,18	99,47
19.	843	46,94	17,75	0,50	2,65	9,41	4,18	2,24	6,82	0,19	1,19	0,55	3,17	0,99	2,81	99,39
20.	176	46,98	16,91	1,98	3,25	8,26	6,62	1,36	7,35	0,12	0,87	0,31	1,57	0,11	3,36	99,05
21.	482	47,01	17,41	1,74	3,45	7,75	5,57	2,07	9,58	0,15	1,43	0,33	0,49	0,11	2,12	99,21
22.	1348	47,24	19,76	1,60	4,23	7,45	3,41	2,17	7,15	0,20	0,77	0,44	1,61	0,09	3,16	99,28
23.	530	47,52	17,63	2,05	3,33	8,98	4,67	2,92	8,26	0,17	1,43	0,27	0,41	0,07	2,24	99,95
24.	699	47,65	20,44	1,05	3,00	9,41	5,77	2,03	7,81	0,10	1,02	0,23	0,17	0,06	1,69	100,43
25.	503	47,67	14,52	1,30	3,05	9,96	9,75	2,30	6,67	0,11	0,78	0,20	0,67	0,06	2,41	99,45
26.	512	48,01	16,14	1,30	3,05	9,69	7,76	1,94	6,82	0,11	0,92	0,22	0,50	0,12	2,74	99,32
27.	225	49,12	19,34	1,00	3,60	7,34	5,26	2,21	6,79	0,14	1,19	0,38	0,49	0,04	3,18	100,08
28.	319	49,52	17,90	1,47	2,98	9,68	4,61	2,20	4,78	0,12	1,02	0,27	2,10	0,57	3,06	100,28
29.	1182	50,95	16,14	1,65	3,48	9,48	5,97	0,82	7,38	0,10	0,99	0,22	0,50	0,21	2,26	100,15
30.	1388	50,15	16,52	0,85	5,80	5,31	3,32	1,15	7,28	0,16	1,09	0,81	3,48	0,14	4,04	100,10
31.	590	50,75	18,05	2,19	3,42	8,42	4,04	1,93	7,55	0,10	1,01	0,24	0,22	0,12	2,05	100,09
32.	1035	51,24	17,39	1,75	3,34	8,63	4,60	2,35	6,10	0,10	0,99	0,22	0,00	0,14	2,27	99,12
33.	1038	51,96	18,11	1,55	3,40	8,30	3,98	2,22	7,10	0,09	1,02	0,22	0,00	0,16	1,81	99,92
34.	1020	53,08	17,75	1,55	3,37	9,48	3,78	2,71	5,68	0,20	0,91	0,26	0,39	0,04	1,60	100,80
35.	252	53,29	21,45	1,60	3,30	7,04	2,23	1,80	4,85	0,14	0,79	0,34	0,53	0,09	2,08	99,53
36.	1193	44,21	18,18	2,55	2,85	7,70	3,81	3,10	6,17	0,20	0,84	0,56	4,87	0,06	4,92	100,02
37.	885	44,04	15,42	1,30	2,00	9,69	6,17	1,29	6,96	0,15	1,22	0,26	6,29	0,30	3,82	98,91
38.	865	44,42	16,85	2,60	3,32	7,20	4,78	4,64	3,41	0,15	0,80	0,25	6,58	3,37	–	98,37
39.	852	47,93	19,01	0,95	4,68	9,41	2,98	3,90	5,68	0,21	0,79	0,32	0,50	0,12	4,00	100,48
40.	854	48,15	19,01	0,90	4,00	9,69	2,98	3,29	5,96	0,17	0,81	0,36	0,38	0,05	4,01	99,76
41.	1386	48,80	15,53	1,28	5,60	5,87	3,22	2,14	9,17	0,18	1,73	0,44	2,94	0,28	3,76	100,94
42.	1384	51,35	16,78	0,46	6,55	4,33	3,22	1,30	7,28	0,13	0,98	0,81	2,64	0,32	4,03	100,18
43.	1385	51,92	16,49	2,00	3,30	4,33	3,84	0,97	7,86	0,11	1,16	0,25	3,05	0,24	4,13	99,65

Примечания: 1) пробы п.п. 1–7, 10–18, 20–35 – дорудные дайки: умеренно щелочных оливиновых (оливинсодержащих) долерита и лейкодолерита, в том числе №№ 790, 902, 503, 512, 225, 590, 1020, сопровождаемые золоторудными кварцевыми жилами, №№ 530, 683 II генерации, №№ 78, 843, 1140 единича; 2) проба 1193 – внутрирудная дайка умеренно щелочного оливинсодержащего лейкодолерита; 3) пробы п.п. 37–43 – позднерудные дайки умеренно щелочного оливинового (оливинсодержащего) лейкодолерита, в том числе №№ 1385, 1386 V генерации, наиболее поздние из известных; 4) полные химические анализы выполнены в Центральной лаборатории Западно-Сибирского геологического управления МГУОН РСФСР под руководством И.А. Дубровской

менно низкой, меньшей на 2...5 % в сравнении с основным массивом проб массой кремнезема. Трудно отрицать, что последнее обусловлено выносом его из пород при интенсивной их карбонатизации. Если это так, то использование в петрохимическом анализе пород с высоким содержанием CO_2 сопряжено с риском получить искаженные результаты. В связи с этим, высококарбонатные (более 3 % CO_2) породы не фигурируют на петрохимических диаграммах (рис. 3–5) и из дальнейшего петрохимического анализа исключены.

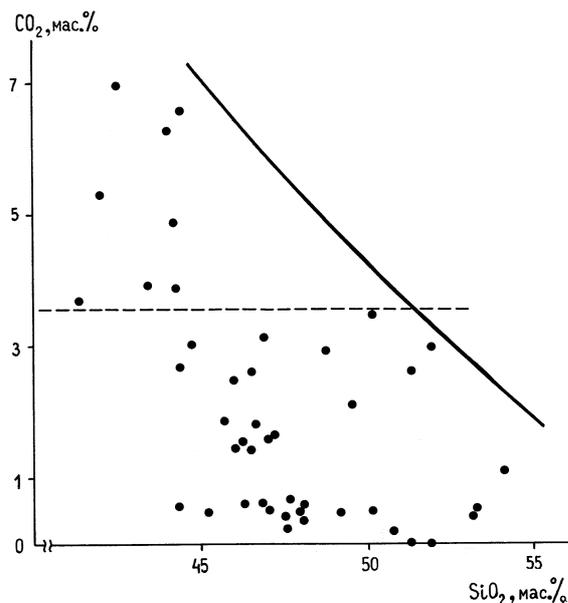


Рис. 1. Химические составы основных пород даек в координатах $\text{SiO}_2 - \text{CO}_2$

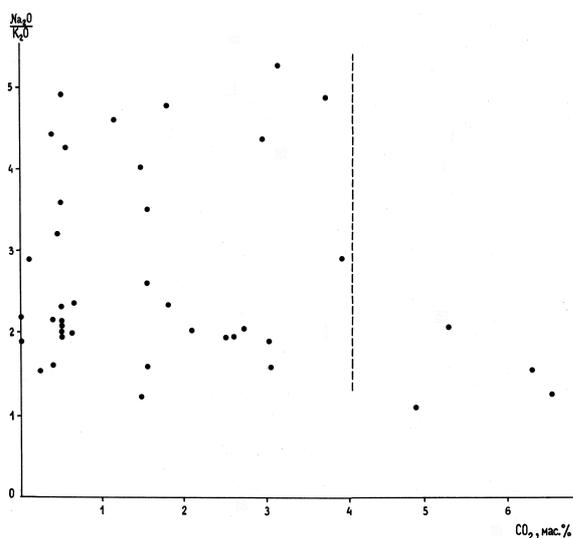


Рис. 2. Химические составы основных пород даек в координатах $\text{CO}_2 - \text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$

Содержание и соотношение щелочей относятся, как известно, к числу важнейших петрохимических показателей изверженных пород. Соотношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$, указывающее на тип щелочности пород, обнаруживает аналогичную кремнезему

тенденцию (рис. 2). Исключение из рассмотрения высококарбонатных пород усиливает корректность анализа. Однако присутствие по необходимости на петрохимических диаграммах одной пробы с содержанием CO_2 , превышающим 3 % (единственная проба внутрирудного долерита 1193, таблица), требует повышенного к ней внимания.

При изучении околорудных изменений пород рудного поля [8] в зонах пропиловых изменений, к которым принадлежат все рассматриваемые здесь дайки, перемещения из этих зон или в эти зоны других петрогенных компонентов, исключая серу, не выходят за пределы точности химического силикатного анализа. Вместе с тем, почти все участвующие в рассмотрении породы малосернистые (таблица). Незначительное перемещение других петрогенных компонентов подтверждается также тем, что классификационное положение пород, определяемое по разным петрохимическим показателям на разных диаграммах, большей частью адекватно.

2. Строение, минеральный, химический составы даек и диагностика видовой принадлежности пород

Как можно видеть на диаграммах (рис. 3, 4), все дайки основных пород принадлежат семейству умеренно щелочных долеритов. Среди них диагностированы умеренно щелочные оливиновые (оливинсодержащие) долерит и лейкодолерит, и достаточно условно одинит-порода из полевошпатового подсемейства семейства лампрофиров. Условность заключается в том, что в отличие от долерита и лейкодолерита эта достаточно редкая в рудном поле порода содержит необычно (аномально) крупные (до 10...15 мм против 1,0...1,5 мм в долерите) фенокристаллы авгита и бурой базальтической роговой обманки при единичных трудноразличимых фенокристаллах лабрадора-битовнита, но строение, общий минеральный состав и петрохимические параметры ее соответствуют таковым пород семейства умеренно щелочных долеритов. Возможно, правильнее было бы не вычленять эту породу из семейства умеренно щелочных долеритов, учитывая, что одинитом принято считать лампрофир, не содержащий фенокристаллов полевых шпатов [5].

По минеральному и химическому составам между долеритом и лейкодолеритом существуют постепенные переходы, так что затруднительно обозначить вид породы, занимающей пограничное положение.

2.1. Дорудные дайки

Умеренно щелочные оливиновые (оливинсодержащие) долерит и лейкодолерит характеризуются совместно во избежание не продиктованных объективными обстоятельствами повторений и с учетом того, что они при одинаковом строении сложены одними наборами минералов магматического и эпимагматического этапов, но различаются лишь разными их количественными соотношениями

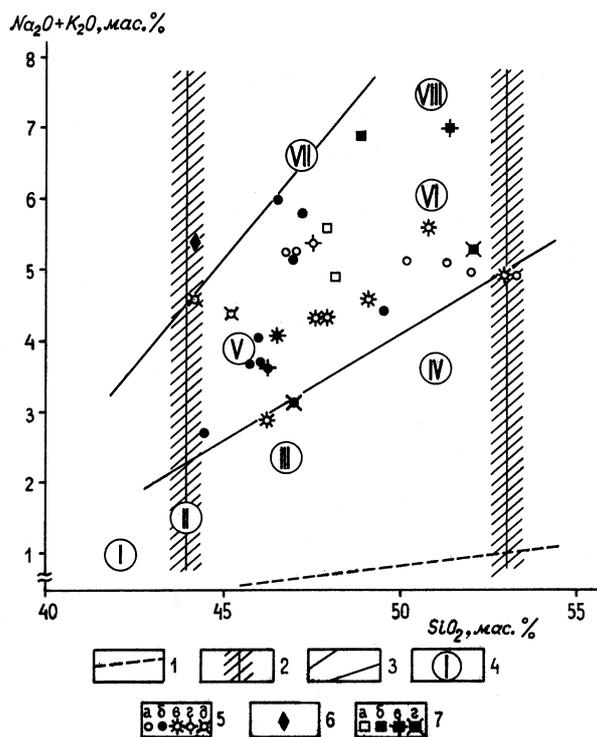


Рис. 3. Химические составы основных пород даек Бериккульского рудного поля в координатах $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$. 1) Область распространения химических составов магматических горных пород; 2) границы разделения магматических горных пород на группы по содержанию кремнезема с "полями неопределенности"; 3) область распространения основных умеренно щелочных пород; 4) поля распространения видов горных пород: I — пикрита, II — пикродолерита, III — долерита, IV — лейкодолерита, V — умеренно щелочного оливинового долерита, VI — умеренно щелочного оливинового лейкодолерита, VII — нефелинового трахибазальта, VIII — умеренно щелочного базальта-трахибазальта; 5-7) дайки: 5) дорудные с содержанием CO_2 до 1% (а), 1...3% (б), в том числе сопровождаемые золоторудными кварцевыми жилами (в), поздние (г), одинита (д); б) внутрирудная III генерации с содержанием CO_2 4,87%; 7) позднерудные с содержанием CO_2 до 1% (а), 1...3% (б), в том числе IV генерации (в), V генерации (г). Граничные значения петрохимических параметров (условные обозначения п.п. 1-4) заимствованы из [4]

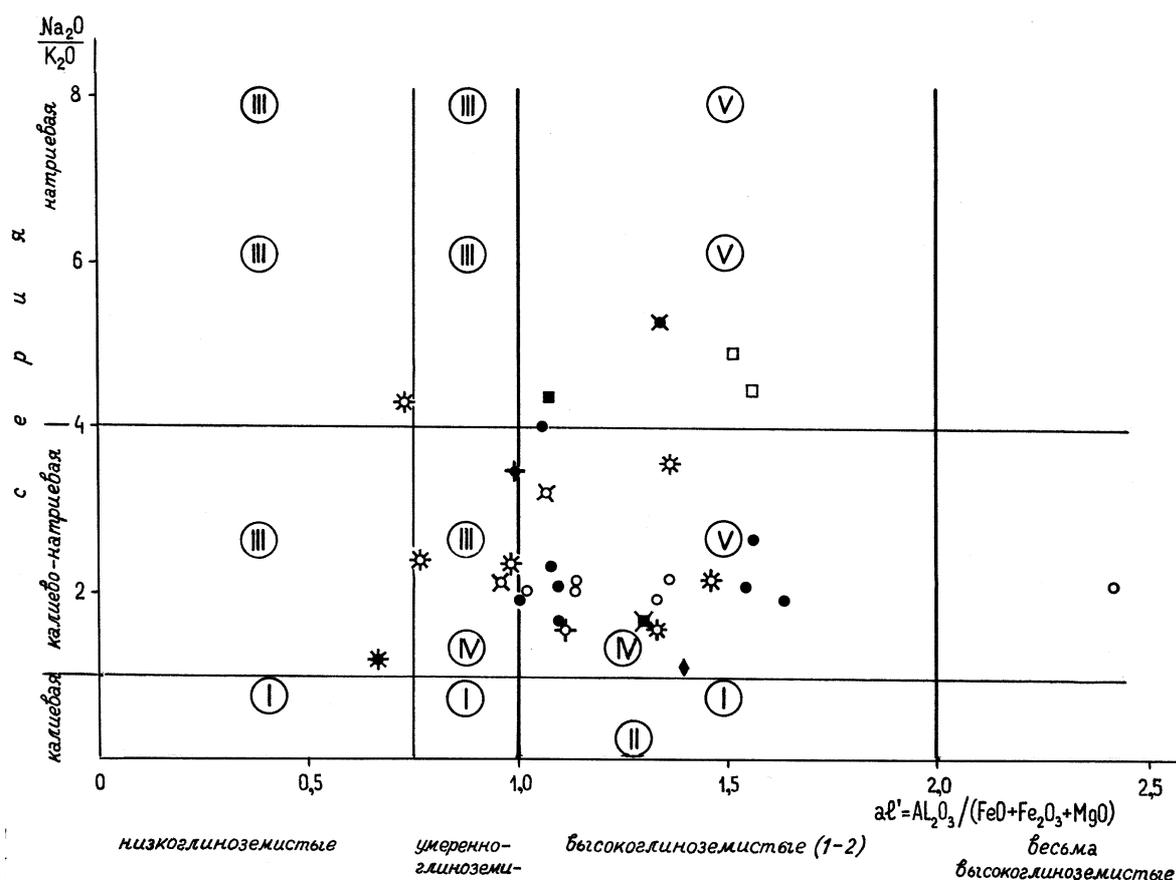


Рис. 4. Химические составы основных пород даек Бериккульского рудного поля в координатах $Al^I - \frac{Na_2O}{K_2O}$. Условные обозначения см. на рис. 3. Цифры в кружках обозначают поля распространения: I — трахибазальта, II — шошонита, III — умеренно щелочного оливинового долерита, IV — муджирита, V — умеренно щелочного оливинового лейкодолерита

при варьирующем составе плагиоклазов. Ниже для краткости эти породы названы долеритом и лейкодолеритом.

Породы имеют темно-серый, серый (лейкодолерит) до черного (долерит) цвет, массивную текстуру, переходящую иногда во флюидальную в зонах закалки даек. Отчетливо или неясно порфировая структура полнокристаллических мелкокристаллических разностей в большей части объема мощных (0,5...2,5 м) и в центральных частях маломощных (0,2...0,5 м) даек постепенно сменяется афировой криптокристаллической, гиалопилитовой (афанитовой) структурами приконтактных зон или в полном объеме маломощных (менее 0,2 м) даек. В полнокристаллических породах обычны долеритовая, офитовая, пойкилоофитовая структуры основной массы.

Фенокристаллы, объем которых редко превышает 10...15 % от объема породы, а размеры – 2...3 мм, сложены теми же первично магматическими минералами, что и основная масса. Это типоморфные и существенные плагиоклазы состава от андезина до битовнита, чаще бесцветный, иногда буроватый авгит, бурая базальтическая роговая обманка, местами частично обрастающая авгит, оливин, магнетит в сростании с ильменитом, акцессорный апатит.

Широкие вариации минерального состава выражаются в изменении количества плагиоклазов от 30...40 % в долерите до 60...70 % в лейкодолерите, авгита – от 30...40 % до 20...30 % соответственно, роговой обманки от единичных зерен до количеств, сопоставимых с таковыми авгита. Состав плагиоклазов изменяется от лабрадора-битовнита в фенокристаллах, от андезина до лабрадора в основной массе долерита, от основного андезина-лабрадора в фенокристаллах до кислого андезина-лабрадора в основной массе лейкодолерита. Оливина сравнительно мало: в долерите он обычен в редких зернах или скоплениях зерен (не более 10 %), в лейкодолерите он присутствует в количестве не более 5...7 %. Рудных минералов, как правило, много – до 5...10 % от объема породы.

Среди эпигенетических минералов гидротермального этапа преобладают серицит и карбонаты при подчиненном участии хлоритов, эпидота, антигорита, альбита, лейкоксена, магнетита, пирита. Серицит преобладающе замещает в разной степени беспорядочно ориентированные с коррозионными очертаниями длиннолейстовые в основной массе, узко- и толстотаблитчатые в порфировых выделениях кристаллы плагиоклазов, часто с "размытыми" двойниковыми швами, иногда в сростании с тонкозернистыми агрегатами карбонатов, хлоритов, эпидота в разных сочетаниях. Авгит и роговая обманка частично замещены скоплениями карбонатов, хлоритов и (или) эпидота, лейкоксена, магнетита с примесью серицита. Псевдоморфно замещенные антигоритом кристаллы оливина иногда соседствуют с чистыми, имеющими характерные оплавленные очертания. В чешуйках антигорита можно видеть цепочки мельчайших зерен рудного

(видимо, магнетита), следующие разноориентированным трещинам в зернах бывшего оливина.

Известные среди дорудных поздние дайки, пересекающие ранние (пробы 683, 530, таблица, рис. 3, 4), по минеральному составу отвечают умеренно щелочному оливиновому долериту в полосе перехода его к умеренно щелочному оливиновому лейкодолериту.

Все пробы дорудной совокупности даек на TAS-диаграмме не выходят за пределы границ умеренно щелочных основных гипабиссальных пород и распределены в рамках этих границ более или менее равномерно (рис. 3). По типу щелочности они относятся к калиево-натриевой петрохимической серии при одном исключении и, главным образом, к высокоглиноземистым умеренно щелочным основным породам (рис. 4). Вместе с тем, несколько проб предположительно ранних даек, сопровождаемых золоторудными кварцевыми жилами, находятся в поле умеренно глиноземистых и одна – в поле низкоглиноземистых пород, отвечающих умеренно щелочному оливиновому долериту, хотя высокоглиноземистые разности двух дорудных даек отвечают умеренно щелочному оливиновому лейкодолериту.

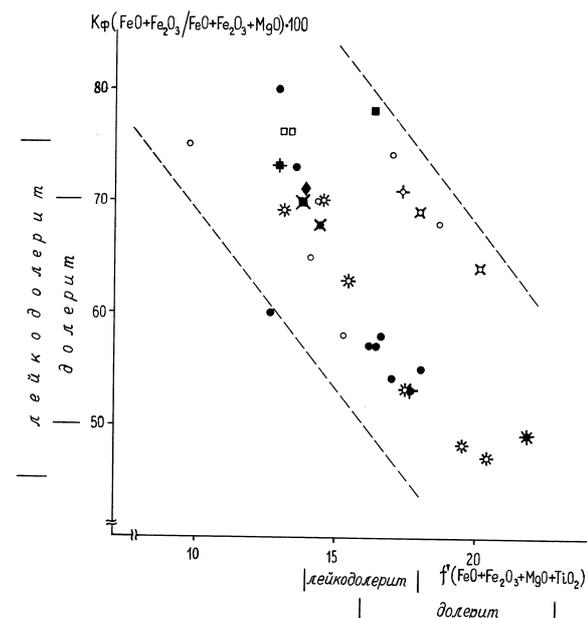


Рис. 5. Химические составы основных пород даек Берикольского рудного поля в координатах $K_2(FeO + Fe_2O_3 / FeO + Fe_2O_3 + MgO) \cdot 100 - f'(FeO + Fe_2O_3 + MgO + TiO_2)$. Условные обозначения см. на рис. 3

По величинам коэффициента фракционирования и фемичности умеренно щелочные оливиновый долерит и лейкодолерит рудного поля не выходят за пределы изменений этих параметров, свойственных долериту и лейкодолериту (рис. 5), хотя разброс фигуративных точек значителен. Дайки из рассматриваемой совокупности относятся к мезократовым, лейкократовым породам. Лишь одна проба (902, таблица) представляет меланократовую ($f=21...23$) дайку умеренно щелочного оливинового долерита.

2.2. Внутрирудная дайка

Достоверно внутрирудная дайка основной породы представлена пробой 1193 (таблица), отобранной среди слабо пропилитизированных вмещающих вулканитов, но в отличие от последних сильно измененной в гидротермальном процессе.

Порода серого до темно-серого цвета со слабо выраженным порфировым строением представляет собой метасоматит, сложенный хлорит-карбонат-серицитовым мелко- до тонкозернистым агрегатом. В новообразованиях местами сохранились мельчайшие (сотые доли мм) реликты пластинок бурой роговой обманки и бурого биотита, а также кристаллы и зерна магнетита в сростании с ильменитом. В распределении гидротермальных минералов существуют предпочтения, которые позволяют восстановить первичную структуру и минеральный состав исходной породы.

Заметно преобладающий серицит образует агрегаты чешуек удлиненно лейстовой формы длиной до 1 мм с местами сохранившимися реликтами плагиоклазов и таблитчатой формы длиной до 2...3 мм. Псевдолейсты и псевдотаблицы беспорядочно ориентированы и составляют около 60 % от объема породы. Промежутки между ними, а также скопления до 2...3 мм в поперечнике, сохранившие характерные контуры клинопироксена (авгита) – восьмигранники с примерно равными размерами граней, заполнены хлоритами (мало), карбонатами, лейкоксеном, магнетитом в тонких сростаниях. Псевдолейсты пересекают такие крупные скопления – бывшие фенокристаллы. Присутствуют также крупные (1...2 мм) овальной формы скопления тонкочешуйчатого антигорита, содержащие цепочки мельчайших зерен магнетита, аккумуляровавшего железо, высвобожденное при замещении, вероятно, оливина.

По всем этим признакам исходная магматическая порода отвечала оливиновому лейкодолериту, вероятно, умеренно щелочному. Это была порфировая полно- мелкокристаллическая порода с долеритовой, пойкилоофитовой структурой основной массы.

При высоком (4,87 % CO_2 , таблица) содержании карбонатов первичный химический состав породы несомненно изменился, поэтому, петрохимические параметры отражают его не адекватно, особенно в том, что касается кремнезема и щелочей. Действительно, на TAS-диаграмме (рис. 3) фигуративная точка породы расположена в поле щелочных пород, что не соответствует ее реконструированному минеральному составу. По-видимому, она "переместилась" из поля субщелочного оливинового лейкодолерита вследствие выноса части кремнезема. Маловероятна также принадлежность породы к муджиериту (рис. 4), учитывая то, что она интенсивно изменена и именно она находится за преде-

лами поля умеренно щелочного оливинового лейкодолерита, хотя и принадлежит к калиево-натриевой петрохимической серии и высокоглиноземистым разностям, что свойственно лейкодолериту. Муджиерит в числе типоморфных содержит щелочной полевой шпат, но в нашем случае подозрений на его бывшее присутствие нет. На диаграмме (рис. 5) в силу, скорее всего, меньшей миграционной способности фемических компонентов порода занимает положение, согласное ее первичному химическому составу умеренно щелочного оливинового лейкодолерита.

2.3. Позднерудные дайки

В массиве проб пять позднерудных даек (таблица). Две из них (852, 854) сравнительно слабо изменены, а остальные более гидротермально измененные дайки, содержащие до 40...50 % минералов гидротермального этапа, сходны с ними по реконструированному минеральному составу и строению.

Все дайки диагностированы как умеренно щелочной оливинсодержащий лейкодолерит. Порода серого, темно-серого цвета, массивная афирровая полно- мелкокристаллическая. Она сложена беспорядочно ориентированными с коррозионными очертаниями длиннотельцовыми (до 1...3 мм) выделениями андезина-лабрадора (№ 30...50), чистыми или слабо-, интенсивно замещенными серицитом, часто в тонких сростаниях с карбонатами. Промежутки между лейстами заполнены зернами, агрегатами зерен оливина, авгита, пластинками бурой базальтической роговой обманки с небольшой примесью бурого биотита. Все это квалифицирует структуру исходной породы как долеритовую. Количество кристаллов и зерен магнетита в сростании с ильменитом составляет 5...10 %. Присутствуют мелкие призмочки апатита.

Цветные минералы в разной степени замещены вплоть до полного их исчезновения агрегатами серицита, карбонатов, хлоритов, антигорита, лейкоксена, магнетита, пирита в разных сочетаниях.

Все дайки на петрохимических диаграммах (рис. 3–5) занимают поля умеренно щелочного оливинового лейкодолерита. Будучи высокоглиноземистыми, они дифференцируются по типу щелочности и принадлежат как к калиево-натриевой, так и натриевой сериям, что в основном, видимо, связано с меньшей основностью плагиоклазов сравнительно с дорудными дайками. Последнее представляется справедливым еще и потому, что натриевым типом щелочности (рис. 4) характеризуются дайки слабо измененные, большая часть плагиоклазов которых не затронута изменениями. Предполагать перераспределение щелочей в них нет оснований. По показателю фемичности (рис. 5) все дайки относятся к лейкократовым ($f < 16$) с высокой степенью фракционирования ($K_{\phi} = 70...77$).

3. Краткое обсуждение результатов и выводы

Рудообразование в рудном поле осуществлялось в условиях высокой магматической активности, инициированной, судя по составу магматических пород, возбуждением мантийного магматического очага в сравнительно узком [1] возрастном интервале, ограниченном ранним плутоническим гранитообразованием и поздним отложением минеральных комплексов руд. Все сопровождающие рудообразование дайки принадлежат семейству умеренно щелочных долеритов, среди которых диагностированы умеренно щелочные оливиновые (оливинсодержащие) долерит, лейкодолерит и одинит (?). Очевидно порционное, многоактное внедрение основных расплавов в чередовании с поступлением рудообразующих растворов.

При сравнительно стабильном видовом наборе первично магматических минералов даек всех совокупностей прослеживается снижение основности плагиоклазов от преобладающе лабрадора-битовнита в мелано-, мезократовом долерите, который наряду с лейкократовым лейкодолеритом образован, вероятно, только на предрудном этапе, до андезина-лабрадора в предрудном, внутри- и позднерудном лейкократовом лейкодолерите, причем в поздних дайках доля андезина значительна. Смену во времени долерита лейкодолеритом можно предполагать и в рамках предрудного этапа.

Обращает на себя внимание присутствие во всех дайках типоморфной или существенной, иногда второстепенной бурой роговой обманки вместо обычного в долерите биотита, незначительная примесь которого наряду с роговой обманкой фиксируется только во внутри- и позднерудном лейкодолерите. Достаточно редко она в форме прерывистых узких каемок замещает авгит, большей частью образуя хорошо оформленные кристаллы, в том числе фенокристаллы. С учетом этого и других структурных соотношений следует вывод о том, что наряду с оливином, авгитом, плагиоклазами, магнетитом (титаномагнетитом) роговая обманка выделялась на магматическом этапе в условиях высокой активности воды и лишь отчасти – на позднем магматическом.

Источником расплавов служил мантийный очаг, заполненный однородной отдифференцированной до умеренно щелочного уровня базальтовой магмой. В течение всего времени магматической активности от одного акта внедрения к другому он поставлял порции жидкости, слабо эволюционировавшей во времени в направлении усиления лейкократовости.

Эпигенетические минеральные новообразования гидротермального метасоматического этапа достаточно однообразны в дайках всех возрастных совокупностей. Исключением из петрохимического анализа сильно измененных даек удалось, как представляется, минимизировать негативное влияние метасоматических преобразований пород на

петрохимические выводы. Тот факт, что приведенные на диаграммах петрохимические показатели в большинстве удовлетворительно коррелируют между собой, оценивается как подтверждение корректности диагностики пород и их петрохимических параметров.

Замечено, что внутридайковые метасоматические изменения хорошо выражены и за пределами околожильных метасоматических ореолов во вмещающих покровных базальтах бериккульской свиты, в которых вне ореолов даже чуткий к изменениям биотит сохраняется свежим. Как и в ряде других рудных полей [7 и др.], это возможно вследствие аккумулярующей гидротермальные растворы способности еще горячих тел, в нашем случае даек – тепловых флюидопроводников. Физическая сущность и механизм этого явления в приложении к геологическим объектам выяснены давно [6]. Вместе с тем, внутри околожильных ореолов периферийные пропилиты и березиты тыловой зоны содержат в одноименных зонах одинаковые минеральные новообразования как во вмещающих вулканитах, так и в дорудных дайках [8]. Гидротермальные ассоциации в пропилитизированных дорудных дайках за пределами ореолов, а в позднерудных дайках внутри ореолов, в том числе в кварцевых жилах, аналогичны таковым в пропилитизированных вулканитах. С учетом близкого геологического возраста даек и руд все эти факты служат признаком того, что дорудные, внутри- и позднерудные дайки наряду с разломами выполняли функции проводников гидротермальных рудообразующих растворов, в первом случае тепловых, во втором структурных.

Квалификация дайковых тел рудного поля, включая кислые [2], как гипабиссальных, то есть образованных на небольших глубинах и занимающих по условиям залегания и структурам промежуточное положение между плутоническими и вулканическими породами [5], – это скорее дань традиции, чем выражение понимания реальных глубин их образования. Описанные бериккульские дайки, как, впрочем, аналогичные тела в других мезотермальных месторождениях, образованы на плутоническом, а не гипабиссальном (промежуточном, малоглубинном) уровне. Для приведенного заключения есть следующие основания.

Представление о малоглубинном уровне образования дайкового комплекса было бы оправдано, если предположить, что после становления Дудетского плутона, но до начала внедрения основных расплавов и рудообразования происходило воздымание блока земной коры, что возможно, например, под влиянием и вследствие мантийного диапиризма, и что обеспечило бы перемещение плутона и его обрамления на малоглубинные уровни. Этому однако противоречат многочисленные признаки, характеризующие Бериккульское месторождение как плутоногенное, но не эпитептермальное, вулканогенное, то есть малоглубинное: возра-

стная и пространственная близость месторождения к гранитоидному плутону, особенности составов минеральных комплексов руд, принадлежность околорудных метасоматитов к формации березитов и др. Поскольку это так, приведенный выше вывод о плутонических уровнях формирования даек представляется более обоснованным.

В этом случае обычное мелкокристаллическое до скрытокристаллического строение основной массы дайковых тел определяется малыми объема-

ми расплавов в трещинах и именно вследствие этого быстрым охлаждением расплавов, следовательно, и малыми сроками их кристаллизации. Справедливость данного вывода очевидна, если учесть, что чем меньше мощность дайки, тем более мелкозернистая порода ее слагает. При кристаллизации же крупного магматического очага по понятным причинам расплав охлаждается медленнее с образованием свойственных плутонам кристаллических пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В. Малые интрузии Бериккульского рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Известия Томского политехнического университета. — 2003. — Т. 306. — № 4. — С. 28–33.
2. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические черты кислых гипабиссальных пород Бериккульского рудного поля // Известия Томского политехнического университета. — 2003. — Т. 306. — № 5. — С. 32–36.
3. Кучеренко И.В., Грибанов А.П. Взаимоотношения дайковых образований с золоторудными кварцевыми жилами в Бериккульском рудном поле // Известия Томского политехнического института. — 1968. — Т. 134. — С. 153–158.
4. Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатиков О.А. и др. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. — Часть 1. — М.: Наука, 1985. — 367 с.
5. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. — 128 с.
6. Рундквист Д.В. О влиянии распределения температур горных пород на процессы метасоматического гидротермального минералообразования // Записки Всесоюзного минералогического общества. — 1966. — Ч. 95. — Вып. 5. — С. 509–525.
7. Кучеренко И.В. Дайки основного состава в мезотермальном золоторудном месторождении Зун-Холба (Восточный Саян) // Вестник Томского государственного университета. — 2003. — № 3 (III). — С. 259–261.
8. Кучеренко И.В. Околожилные гидротермальные изменения вмещающих пород Бериккульского рудного поля (Кузнецкий Алатау) // Геология: Матер. конф., посвященной 75-летию Томского политехнического института, г. Томск, май 1971 г. — Томск: Изд-во ТГУ, 1973. — С.104–105.

УДК 624. 131

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА (МЕЖДУРЕЧЬЯ БАКЧАР-ИКСА-ШЕГАРКА)

В.В. Крамаренко

Томский политехнический университет
Тел.: (382-2)-56-38-40

Приводятся результаты изучения водно-физических и деформационных свойств торфов восточной части Васюганского болота. Выявлены взаимосвязи между показателями сжимаемости торфов и характеристиками их состава и состояния, предложена методика прогнозирования деформации сжатия торфов.

В последние годы резко возрастает интерес к исследованиям Васюганских болот, что связано с различными аспектами — экологическими, гидрогеологическими и гидрологическими исследованиями, комплексным использованием торфа, изучением изменения климата. В то же время освоение новых газонефтяных месторождений Томской области неизбежно связано со строительством магистралей, ЛЭП, поселков на заболоченных территориях, что вызывает необходимость изучения физико-механических свойств торфяных грунтов.

Характеризуемые болотные массивы расположены на слабо расчлененной равнине эоплейстоцен-раннеэоплейстоценового возраста, на плос-

ких междуречьях р. Бакчар-Икса (участок 5 у с. Бакчар торфоместорождения (ТМР) Васюганское) и Икса-Шегарка (участки 5 и 6 у с. Плотниково ТМР Васюганское и ТМР Плотниковское) [1]. Массивы имеют сложную конфигурацию, несколько вытянутую вдоль водоразделов, с многочисленными внутренними суходолами.

Подстилающие отложения представлены слабо карбонатными суглинками и глинами смировской толщи, а также аллювием террас. Среди суглинков отмечаются легкие, легкие и тяжелые пылеватые разности коричневого и серого цвета тугопластичной, мягкопластичной и текучей консистенции. Иногда подстилающими породами являются сапропели.