

концентрации калия и ряда литофильных редких элементов, чем лавы соответствующей серии Восточно-Камчатского пояса.

В заключение отметим, что по набору геохимических серий позднекайнозойских вулканитов Камчатка стоит ближе к активным континентальным окраинам, чем к островным дугам.

4.2. Геохимическая зональность в островной дуге (на примере Авачинского ряда вулканов)

Особенности геохимической зональности, проблемы которой продолжают обсуждаться в геологической литературе, были рассмотрены выше в целом для Камчатского полуострова (см. 4.1). Здесь мы дополняем эти данные конкретным материалом, характеризующим один из хорошо изученных вулканических районов Восточной Камчатки, соответствующий в структуре островодужной системы фронтальной и промежуточной зонам Курильской островной гряды /1,2/.

Цепочка вулканов Авачинской группы Восточно-Камчатского вулканического пояса находится в юго-восточной части полуострова, несколько севернее г.Петропавловска-Камчатского. Она состоит из пяти вулканов: Козельского и Авачинского, Корякского, Арика и Аага и вытянута в северо-западном направлении, почти вкост Курило-Камчатскому глубоководному желобу. Такая ориентировка неслучайна, ибо подчеркивает преобладающее здесь поперечное общекамчатскому простираение региональных структур мезо-кайнозойского фундамента, образующих Малки-Петропавловскую зону складчато-глубоководных дислокаций. В составе зоны выделены: Петропавловский горст, сложно построенный, тектонически поднятый блок, сложенный верхнемезозойскими породами, и Авачинский грабен. У северо-восточного борта этого грабена и расположены позднеплейстоцен-голоценовые вулканы Козельский, Авачинский и Корякский, питание которых, очевидно, происходило по каналам, приуроченным к глубоководному северо-западному разлому /4,5,8,9,24/.

Предполагается, что вулканы Ааг и Арик находятся на пересечении северо-западного разлома и зоны разрывов с общим северо-восточным простираением, заложенной в начале-середине среднего плейстоцена. С ней связаны многие вулканические аппараты, в том числе сходные с Аагом вулканы Купол, Дзензур, и гидротермальные

системы Восточной Камчатки, вследствие чего её рассматривают как магмоподводящий разлом типа раздвига /51,54 и др./. Поэтому, если среднеплейстоценовая часть постройки вулкана Аага есть результат деятельности, связанной с одной – северо-восточной системой, то в позднем плейстоцене здесь, вероятно, функционировали обе магмоподводящие системы, продольная и поперечная, а на поверхность поступали, по-видимому, уже смешанные расплавы.

В районе Авачинского ряда проведены детальные геофизические исследования, предоставившие значительную информацию об особенностях данного участка. В частности, было зафиксировано существование мощного переходного от коры к мантии слоя, выявлены аномалии прохождения сейсмических волн, интерпретируемые как зоны магмообразования и вулканические очаги /7,34,75 и др./. При этом предполагается, что у Корякского и Авачинского вулканов существует общий очаг, связанный с единой областью магмообразования, но на более высоком уровне, начиная с глубин в 30–40 км, питание этих вулканов осуществляется раздельно /73/. Коровые аномальные объекты, отождествляемые с вулканическими очагами, надежно установлены под Авачинским вулканом, в интервале глубин 1,5–5,0 и 8–20 км /7,8,44,59/.

О вещественном составе нижних слоёв земной коры можно судить по содержащимся в вулканитах Авачи глубинным включениям, представленным преимущественно габброидами, амфиболитами и ультраосновными породами /28/. Интерпретация скоростного разреза земной коры и верхней мантии по результатам изучения этих ксенолитов выполнена В.А.Ермаковым /39/. Верхняя часть фундамента группы вулканов сложена образованиями мелового, неогенового и плиоцен-раннечетвертичного возраста. Меловые туфопесчаники и туфоалевролиты, эффузивы основного состава и их туфы повсеместно преобразованы в условиях фации зелёных сланцев и интенсивно дислоцированы. Они несогласно перекрываются неогеновыми андезитобазальт-андезитовыми лавоипрокластическими комплексами. К юго-востоку от Авачинского вулкана в основании неогенового комплекса залегают морские туфоконгломераты. У северо-западного окончания Авачинского ряда плиоцен-нижнеплейстоценовые лавы и туфы базальтов, андезитобазальтов слагают руины палеовулканов.

В 1983–1988 гг. вулканы Авачинской группы изучались сотрудниками лаборатории наземного вулканизма ИВ ДВО АН СССР, в том

числе одним из авторов настоящей работы. Проведенные исследования включали в себя отбор большого количества проб, результаты анализа которых позволяют выявить отдельные закономерности вариаций вещественного состава лав, слагающих этот поперечный ряд вулканов.

В работе были использованы результаты 334 выполненных в ЦХИ ИВ ДВО АН СССР полных силикатных анализов проб вулканических пород Авачинского ряда. Большая часть этих результатов предоставлена сотрудниками названного института Л.И.Базановой, Ю.П.Масуренковым, Н.А.Храмовым. Рассмотрение закономерностей распределения микроэлементов базируется на определениях их содержаний, выполненных в ИГиГ СО АН СССР различными методами, а именно: гамма-спектрометрическим, атомно-абсорбционным, инструментальным нейтронно-активационным соответственно в 130, 194 и 24 пробах; методика аналитических работ изложена в главе I и работах /12, 60, 69/.

Статистическая обработка аналитических данных была проведена с помощью программ, входящих в диалоговую систему "ВулканиТ", проверка гипотез о равенстве средних производилась по критерию Стьюдента или по непараметрическим критериям в зависимости от типа распределения при 95 %-ном уровне доверия /35/. Разделение на выборки осуществлено на основе принадлежности к определенному вулкану с учетом относительного возрастного и вещественного признаков. При этом сохраняется возможность как прослеживания эволюции составов лав в истории вулканов, так и соединения drobных выборок в более крупные, отвечающие естественным ассоциациям пород.

Среди четвертичных вулканических пород Авачинского ряда в соответствии с существующей классификацией выделены глиноземистые и магнезиальные базальты, андезитобазальты, андезиты, андезитодациты и дациты.

Во всех разностях пород, за исключением оливиновых базальтов, слагающих некоторые побочные конуса на Корякском вулкане, главным минералом-вкрапленником является плагиоклаз. На Авачинском, Козельском и Корякском вулканах обычны оливин-клинопироксеновые, оливин-двопироксеновые базальты, оливин-двопироксеновые, двопироксеновые андезитобазальты; в поствзрывных андезитобазальтах Авачинского вулкана встречается роговая обманка. Для андези-

Химические составы пород Авачинского ряда вулканов

Компо- ненты	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	I2	I3
SiO ₂	65,2	63,0	60,6	59,4	56,1	52,3	51,9	51,4	54,9	52,3	55,1	58,5	49,9
TiO ₂	0,55	0,56	0,69	0,73	0,81	0,91	0,91	0,97	0,88	0,88	0,77	0,67	1,03
Al ₂ O ₃	15,9	16,6	17,0	17,0	15,6	16,1	17,9	16,0	17,9	17,8	18,2	17,8	16,4
Fe ₂ O ₃	2,54	2,54	3,48	2,63	1,57	3,27	3,18	2,50	2,43	2,81	3,22	2,71	2,47
FeO	1,68	2,16	2,87	3,88	5,60	5,12	6,24	6,50	6,02	6,25	4,80	3,66	7,45
MnO	0,10	0,11	0,13	0,14	0,13	0,17	0,18	0,18	0,15	0,15	0,16	0,14	0,18
MgO	1,99	2,44	3,13	3,57	7,22	8,63	6,17	8,96	4,56	6,22	4,13	3,62	8,68
CaO	4,59	5,32	6,13	6,50	7,91	9,14	8,98	9,61	8,33	8,89	7,94	6,85	9,59
Na ₂ O	3,59	3,54	3,36	3,35	2,83	2,83	2,93	2,65	3,18	3,05	3,40	3,57	2,66
K ₂ O	2,24	2,06	1,75	1,67	1,29	0,84	0,68	0,69	0,75	0,96	1,35	1,56	0,87
P ₂ O ₅	0,16	0,15	0,19	0,20	0,18	0,18	0,22	0,22	0,23	0,19	0,23	0,19	0,19
Rb	40	31	27	21	20	9	5	8	II	II	16	21	7
Sr	353	341	379	368	351	485	322	305	311	407	422	514	418
Ba	677	578	537	464	400	423	232	205	298	377	475	592	309
Th	3,9	3,1	3,0	2,3	2,1	1,1	0,67	0,82	0,74	1,4	1,8	2,1	0,94
U	2,1	1,7	1,7	1,2	1,0	0,53	0,38	0,50	0,65	0,66	0,90	1,0	0,54
V	109	100	140	138	194	205	227	204	150	228	174	167	223
Cr	28	40	48	52	227	281	177	270	54	122	63	47	271
Co	10	12	13	16	32	38	30	40	21	27	17	17	37
Ni	13	17	21	19	71	103	35	118	14	46	16	15	112
n ₁	7	17	12	11	2	1	7	1	3	4	16	13	5
n ₂	10	16	13	14	2	1	5	1	2	3	21	10	3

Компо- ненты	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24	25	26
SiO ₂	52,0	54,5	52,3	50,8	55,0	57,9	56,1	58,8	64,2	68,2	54,6	56,5	58,0
TiO ₂	0,92	0,82	0,91	0,95	0,88	0,87	0,77	0,64	0,46	0,26	0,82	0,83	0,76
Al ₂ O ₃	18,8	19,0	19,3	16,2	18,9	17,8	19,8	18,7	18,7	14,5	19,6	18,1	18,1
Fe ₂ O ₃	3,28	3,26	3,35	2,84	3,13	2,87	3,34	3,46	1,90	1,05	3,14	3,54	3,17
FeO	5,43	4,64	5,25	6,27	4,57	4,23	3,50	2,98	1,85	2,07	4,44	3,81	3,84
MnO	0,14	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13	0,15	0,15	0,11	0,07	0,13	0,16	0,14
MgO	5,45	4,38	4,95	8,53	4,25	3,78	2,91	2,49	1,07	0,92	4,03	3,38	3,09
CaO	9,10	8,56	9,04	10,4	8,30	7,01	8,05	7,54	6,28	3,71	8,60	7,88	7,23
Na ₂ O	2,99	3,20	3,09	2,63	3,31	3,55	3,60	3,71	4,10	3,84	3,25	3,35	3,40
K ₂ O	0,71	0,67	0,72	0,69	0,74	0,85	0,71	0,80	1,04	1,33	0,74	0,84	0,91
P ₂ O ₅	0,18	0,16	0,18	0,15	0,18	0,16	0,15	0,19	0,18	0,21	0,15	0,16	0,16
Rb	5	6	6	7	6	7	6	7	10	22	6	-	-
Sr	346	326	348	329	334	329	351	324	409	256	370	-	-
Ba	246	229	231	193	248	289	264	258	420	490	266	-	-
Th	0,66	0,71	0,78	0,92	0,69	0,8	0,68	0,87	1,1	1,8	0,64	-	-
U	0,37	0,31	0,39	0,40	0,29	0,35	0,34	0,51	0,55	0,9	0,42	-	-
V	214	189	184	210	172	163	139	112	47	28	243	-	-
Cr	133	119	130	436	112	86	96	60	49	23	161	-	-
Co	27	19	23	34	21	18	14	10	3	5	16	-	-
Ni	29	15	15	119	15	14	3	2	1	8	15	-	-
n ₁	9	29	18	6	59	18	15	32	2	1	26	7	I3
n ₂	6	10	10	5	22	14	12	15	2	1	12	-	-

Примечание. Средние составы пород Авачинского ряда вулканов: I-6 - вулканы Ааг, Арик: I - дациты Q_2^3 , 2 - андезитодациты Q_2^3 , 3 - андезиты Q_3^4 , 4 - андезиты Q_3^4 , 5 - андезитобазальты Q_3^4 , 6 - базальт Q_3^4 ; 7-13 - вулкан Корякский: 7 - глиноземистые базальты Q_3^{3-4} , 8 - магнезиальный базальт Q_3^{3-4} , 9 - андезитобазальты Q_3^{3-4} , 10 - базальты Q_3^4 , 11 - андезитобазальты Q_3^4 , 12 - андезиты Q_3^4 , 13 - базальты Q_4^1 ; 14-26 - вулканы Авачинский и Козельский: 14 - базальты Q_3^4 , 15 - андезитобазальты Q_3^{3-4} , 16 - глиноземистые базальты Q_3^4 , 17 - базальты магнезиальные Q_3^4 , 18 - андезитобазальты Q_3^4 (довзрынные); 19 - андезиты Q_3^4 (довзрынные), 20 - андезитобазальты Q_3^4 (поствзрынные); 21 - андезиты Q_3^4 (поствзрынные), 22 - дациты Q_3^4 , 23 - риодацит Q_3^4 , 24 - андезитобазальты Q_4^2 , 25 - андезитобазальты Q_4^1 , 26 - андезиты Q_4^1 . n - количество проб в выборке: I - для силикатного анализа, 2 - при определении микроэлементов. Прочерк - отсутствие данных. Содержание породообразующих окислов - в мас.%, микроэлементов - в мкг/г.

тов данного ряда вулканов в целом характерна роговообманково-двупироксеновая ассоциация темноцветных крапленников, но на Корякском и Авачинском имеются и чисто пироксеновые разности, а андезиты древнего вулкана Аага - биотитсодержащие. В позднеплейстоценовых андезитах, андезитобазальтах, базальтах вулканов Ааг и Арик нередко необычное сонахождение оливина и кварца. Дациты Аага отличаются от авачинских, содержащих в выделениях кроме плагиоклаза ортопироксен и амфибол тем, что в них, помимо этих минералов, присутствуют также кварц и биотит.

Сведения о средних содержаниях элементов в породах приведены в табл.4.7 и Каталоге...

Ниже кратко характеризуется вещественный аспект строения и развития вулканов группы. Помимо собственных наблюдений использовались и опубликованные данные /4,42, 43,53,55,56,59,74/.

Ааг-Арикский вулканический массив сформировался в два этапа: на первом изливались и выжимались дациты, андезитодациты, кислые андезиты, слагающие среднеплейстоценовое основание вулкана Аага. В позднеплейстоцене на теле древнего Аага выросла цепочка северо-западного простирания более мелких обособленных андезитовых аппаратов, в том числе вулкан Арик, на котором в ограниченных количествах изливались также андезитобазальты и базальты. Смена составов лав происхо-

дила в антидромной последовательности; по объему резко преобладают андезиты.

Корякский стратовулкан в целом тоже имеет двухчленное строение. Во второй половине позднего плейстоцена последовательными излияниями лав оливин-клинопироксен-плаггиоклазовых базальтов, а в конце и андезитобазальтов сформирована преимущественно базальтовая щитообразная постройка, фрагменты которой с частично отпрепарированной системой подводных каналов обнажаются в юго-восточном основании вулкана. В конце позднего плейстоцена и в раннем голоцене вулканическое сооружение наращивалось базальтами, содержащими во крашленниках ортопироксен, андезитобазальтами, резко преобладающими по объему, и андезитами. Тогда же действовали отдельные побочные шлаковые и лавовые конуса, поставившие оливиновые базальты. Во второй половине голоцена крупных извержений не было.

Авачинская сопка — вулкан типа Сомма-Везувий. Нижняя базальт-андезитобазальтовая часть относительно древнего стратовулкана (соммы) сформировалась, видимо, к началу позднеплейстоценового оледенения. Возможно, предворявшееся сильными взрывами образование верхней части соммы, сложенной последовательно сменяющимися снизу вверх андезитами, андезитобазальтами и базальтами, по времени соответствует максимуму и концу покровного оледенения. Субодновременно вырос и конус собственно Козельского вулкана, который, в сущности, является крупным побочным центром. В нем также количественно преобладают андезитобазальты, но нет андезитов. В конце позднего плейстоцена после формирования моренного комплекса подножий мощными направленными взрывами древние постройки как Авачинского, так и Козельского вулканов были частично разрушены. Вслед за этим до начала голоцена многократно изливались пирокластические потоки и образовались многочисленные экструзивные тела. На поверхность поступали кислые андезитобазальты, андезиты и, в ограниченном объеме, дациты. После перерыва, уже в голоцене, около 7 тыс. лет назад, Авачинский вулкан возобновил свою деятельность выбросами тefры, излияниями пирокластических потоков, ювенильный материал в которых представлен андезитобазальтами и андезитами. Со второй половины голоцена формируется современный андезитобазальтовый шлаково-лавовый конус.

Таким образом, самым древним является среднеплейстоценовый Ааг, вулкан со своей предисторией. Ко времени начала последнего оледенения были сформированы ранние базальт-андезитобазальтовые постройки Корякского и Авачинского вулканов. Затем, в конце позднего плейстоцена субодновременно действовали все вулканы данного ряда. В первой половине голоцена интенсивная эффузивная и эффузивно-эксплозивная деятельность продолжалась на Корякском и Авачинском вулканах, во второй — только на последнем, хотя и в настоящее время оба они остаются действующими.

Серийная принадлежность пород Авачинского ряда вулканов определяется по классификационным диаграммам (рис. 4.13; 4.14). Границы раздела на диаграмме K_2O-SiO_2 соответствуют таковым, приведенным в работе О.Н.Волынца с соавторами /20,24/. На этой диаграмме кроме пород, относящихся к Авачинскому, Козельскому вулканам, в верхнюю часть поля низкокальевой (островодужной толеитовой) серии попадают базальты и андезитобазальты древней постройки Корякского. Наблюдается характерное различие темпа накопления калия при возрастании содержания кремнезёма в породах низкокальевой и нормально-кальевой (островодужной известково-щелочной) серий. На диаграмме Миширо позднеплейстоцен-голоценовые породы Корякского и лавы Аага и Арика находятся в поле известково-щелочной серии. Хотя точки составов лав Авачинского и Козельского вулканов, а также нижней части Корякского, располагаются по обе стороны от дискриминантной линии, но в целом они фиксируют толеитовую тенденцию повышения железомagneзвого отношения с ростом кремнекислотности. В то же время промежуточное положение этих образований подчеркивается тем, что в некоторые моменты развития Авачинского вулкана данная тенденция не проявлялась. Для сравнения на этих и других диаграммах показано положение составов лав вулкана Купол, для чего использованы анализы из работы Э.И.Пополитова, О.Н.Волынца /63/.

Относящиеся к толеитовой и известково-щелочной островодужным сериям продукты четвертичного вулканизма Авачинского ряда разобщены в пространстве, совмещаясь только на Корякском вулкане, где известково-щелочные образования более молодые, чем толеитовые. Этим обуславливается характер латеральной геохимической зональности (рис. 4.15). Координаты "точек" на графиках, иллюстрирующих эту зональность, определяются средними содержаниями

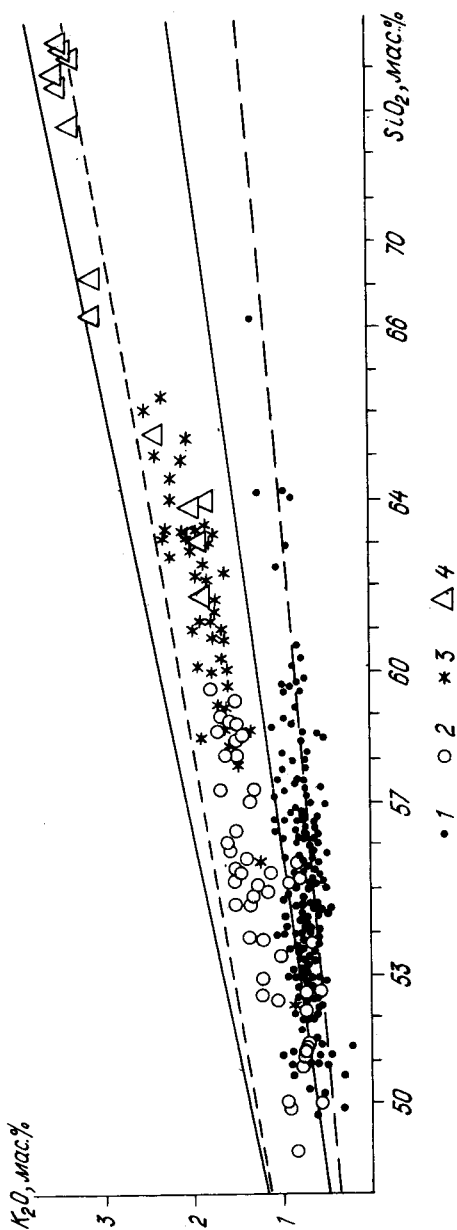


Рис. 4.13. Классификационная диаграмма вулканических пород Авачинского ряда вулканов по соотношению K_2O и SiO_2 .
 Границы полей разных по содержанию K_2O серий, по /20/. 1-4 - лавы вулканов: 1 - Авачинского и Козельского; 2 - Корякского; 3 - Аага и Арика; 4 - Купола

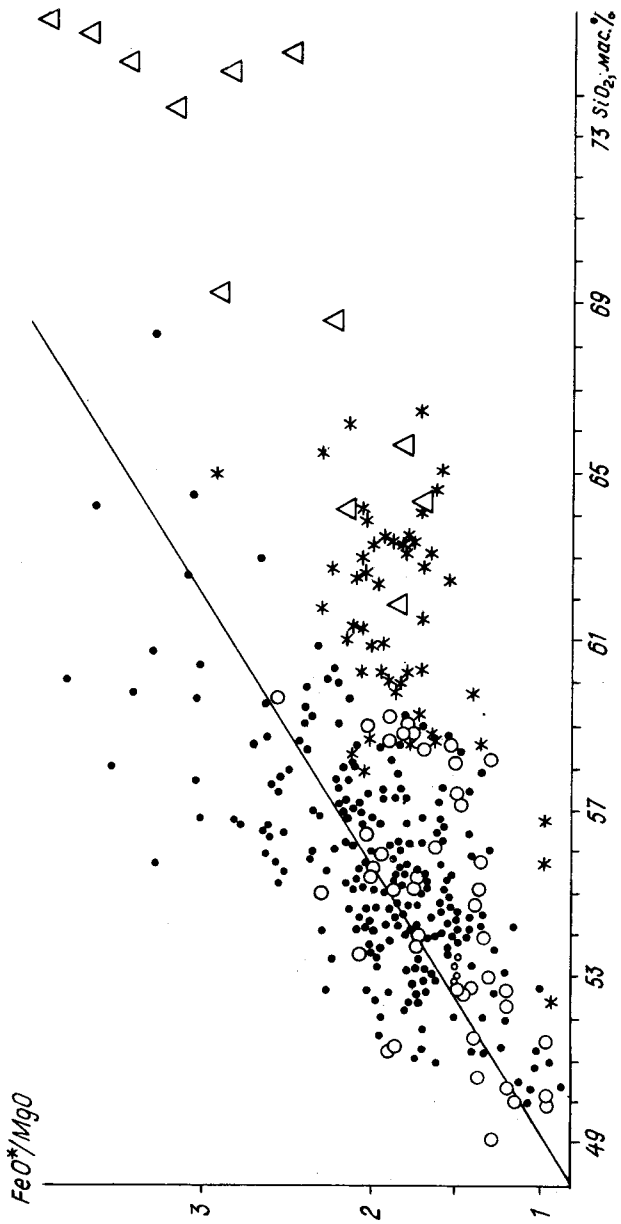


Рис. 4.14. Диаграмма $(FeO^*/MgO) - SiO_2$.
 Разграничение толеитовой и известково-щелочной серии, по /14/. Усл. обозн. см. на рис. 4.13

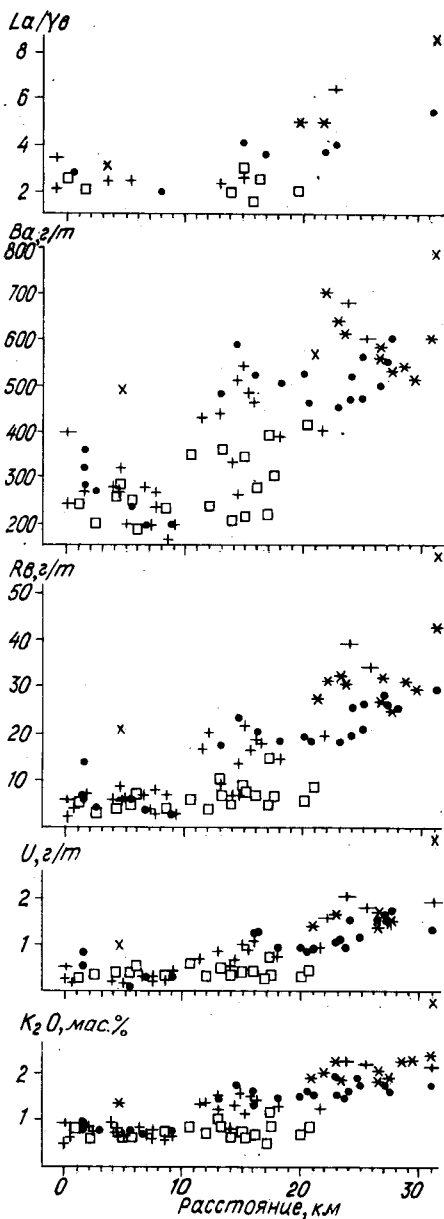


Рис.4.15. Изменение содержания K_2O , U, Rb, Ba, а также отношения La/Yb в лавах Авачинского ряда вулканов: 1-6 - средние составы: 1- базальтовые; 2 - андезитобазальтовые; 3 - андезитовые; 4 - андезитодацитовые; 5 - дацитовые; 6 - риодацитовые, риолитовые. Пояснение см. в тексте.

- 1
- + 2
- 3
- * 4
- + 5
- × 6

элементов (по оси ординат) в лавах отдельных центров извержений, отнесенных к линии, проведенной через вершины вулканов Корякского и Авачинского (азимут простирания 315° СЗ) и расстоянием в километрах (по оси абсцисс) от вершины вулкана Козельского вдоль данной линии до места привязки к ней терминальных и побочных центров. Соответственно в интервале 0–10 км показаны составы центров Козельского и Авачинского вулканов, 10–20 км – Корякского, 20–30 км – Аага и Арика, 31 км – средние составы пород вулкана Купол в целом. Положение 9 центров, в основном для древнего Корякского, определено в известной мере условно.

Во всех известково-щелочных разностях пород наблюдаются повышенные, по сравнению с таковыми толеитовой серии, содержания Rb, Ba, Th, U, которые в данном случае прямо коррелируют с калием (см. рис. 4.15, табл. 4.7). Максимальные содержания этих элементов в лавах Козельского, Авачинского, древнего Корякского вулканов зачастую не достигают уровня минимальных их концентраций в близких по содержанию кремнезёма эффузивах верхнеплейстоцен-голоценового времени вулканов Корякского и Аага, Арика.

Для стронция, как следует из табл. 4.7, сериальные различия не столь очевидны, но тем не менее они статистически значимы. Исключением являются только козельские дациты. При этом среднее содержание стронция в андезитах Корякского вулкана больше, чем в андезитах Аага и Арика.

Оценка различий в распределении РЗЭ (см. Каталог..., обр. 146–170) скорее качественная. На рис. 4.16, где приводятся нормированные по хондриту содержания лантаноидов, видно, что известково-щелочные линии в целом имеют больший наклон к правым частям графиков. При меньших, как это наблюдается в базальтах древнего Корякского и андезите Авачинского вулканов, или приблизительно одинаковых содержаниях легких РЗЭ (La–Sm) в толеитовых лавах обнаруживаются большие или примерно равные концентрации РЗЭ тяжелых по сравнению с известково-щелочными разностями. Поэтому информативным является La–Yb отношение (либо другие, характеризующие разделение "легких" и "тяжелых" РЗЭ), по-разному коррелирующие с калием, кремнезёмом в этих сериях пород хотя в данном случае визуально хорошо заметен контраст только для андезитов, а также для более кислых пород (рис. 4.17).

Различия в определенных содержаниях остальных элементов меж-

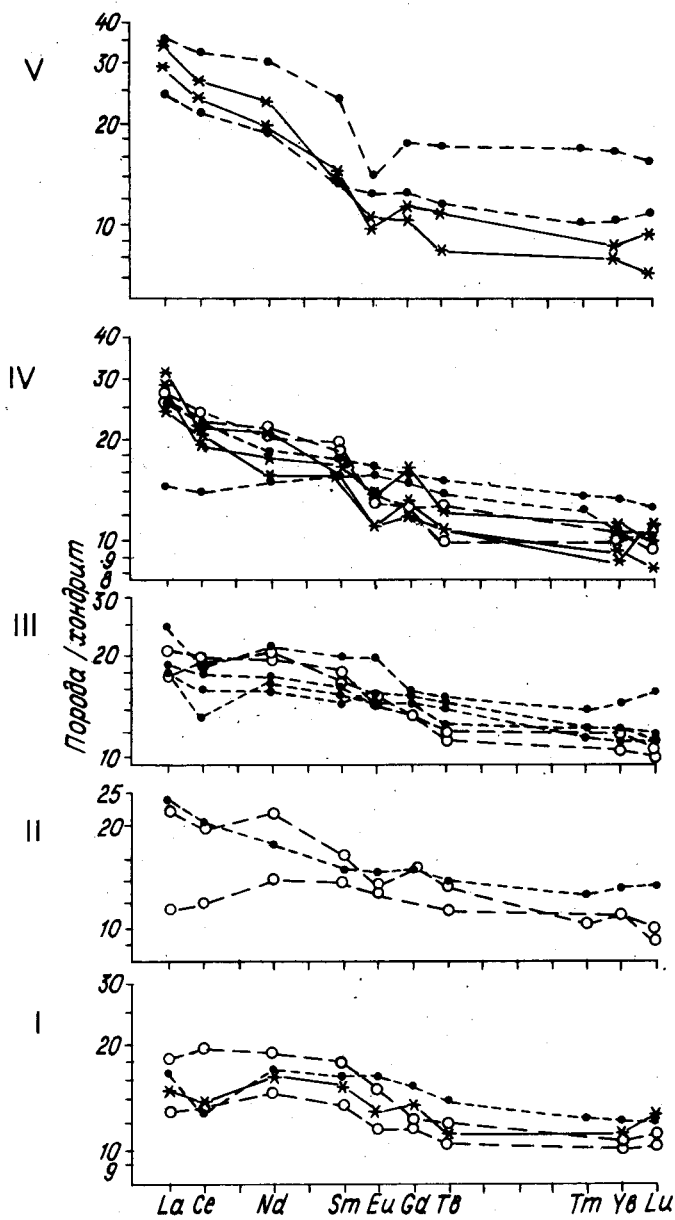


Рис.4.16. Графики распределения нормированных содержаний РЗЭ в четвертичных лавах Авачинского ряда вулканов:

I - в магнезиальных базальтах, II - в глиноземистых базальтах, III - в андезитобазальтах, IV - в андезитах, V - андезитодацитах, дацитах, риодаците. Нормирование проведено по хондриту. Остальные усл. обозн., показывающие принадлежность к определенному вулкану см. на рис.4.13

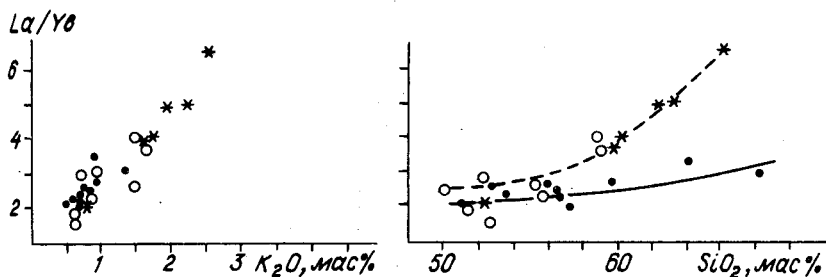


Рис.4.17. Соотношение легких и тяжелых РЗЭ в зависимости от содержания K_2O и SiO_2 в породах Авачинской группы вулканов. Усл. обозн. см. на рис.4.13

ду одноименными породами из выделенных по калиевой щелочности серии вследствие значительного перекрытия интервалов выявляются только на уровне средних их значений. При этом, если и удастся установить статистически значимые отличия в отдельных парах (низкокалиевый - нормально калиевый глиноземистые базальты или андезитобазальты, или андезиты), то известково-щелочные разности оказываются более магнезиальными, содержат больше Ni, Co и меньше глинозема, Ca, Na, Sr, чем низкокалиевые. Для суммарного Fe, V, Ti такой закономерности не наблюдается. От базальтов к дацитам количество элементов, по содержаниям которых имеются значимые различия, увеличивается: в глиноземистых базальтах они фиксируются по магнию, никелю и алюминию, в андезитобазальтах, кроме того, по хрому, кальцию (отчасти суммарному Fe, V, Ti), в андезитах и дацитах добавляются Na и Co. В низкокалиевой серии несколько обособлены друг от друга породы древнего Корякского вулкана, лавы соммы Авачи и поствзрывные образования Авачинского

Козельского вулканов, а именно: в глинозёмистых базальтах Корякского вулкана выше содержания магния, никеля, меньше глинозёма и хрома, чем в авачинских и козельских; андезиты, слагающие сомму Авачинского вулкана, отличаются по содержаниям Mg, Al, Ti, Co, Ni, V от поствзрывных андезитов.

Таким образом, Авачинская группа вулканов сложена породами двух различающихся по калиевой щелочности серий, ассоциирующих друг с другом в пространстве и времени. Наблюдается устойчивая принадлежность к одной серии продуктов извержений крайних вулканов и смена составов лав на Корякском вулкане. Дискретный характер геохимической зональности, выражающийся в повышении содержания Rb, Ba, Sr, U, Th, и увеличении степени фракционирования РЗЭ, в близких по кислотности лавах северо-западных вулканов, обусловлен здесь сериальными различиями. Итак, вопросы развития геохимической зональности трансформируются здесь в общую проблему происхождения двух главных серий островодужных вулканических пород.