

Г. Б. ФЛЕРОВ, А. В. КОЛОСКОВ

ПРОЯВЛЕНИЕ СУБЩЕЛОЧНОЙ ОСНОВНОЙ МАГМЫ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ

Дается описание своеобразных пород субщелочного основного и среднего состава, распространенных в Срединном хребте Камчатки. Эти породы характеризуют вулканические, интрузивные и метасоматические образования, объединяемые авторами в единую вулкано-плутоническую формацию трахиандезит-габбросиенитового состава. Исходной магмой авторы считают базальтовую повышенной щелочности.

Результаты петрографических работ, проведенных за последние годы в пределах Срединного хребта Камчатки*, позволяют выделить в пределах его зону распространения своеобразных пород субщелочного состава.

Породы субщелочного состава представляют собой обширную группу, объединяющую эффузивные образования андезитового, трахиандезито-базальтового состава и эквивалентные им интрузивные породы состава габбро, пироксениты, сиениты, монзониты. Вся эта серия на основе геологических, петрографических и петрохимических факторов рассматривается нами как единая вулкано-плутоническая формация палеогенового времени.

В структурном отношении она приурочена, как это показано на рисунке, к зоне структурного шва, разделяющего образования молодой меловой геосинклинали и более древнего консолидированного Срединного массива Камчатки.

На тектонической схеме Камчатки, предложенной Г. М. Власовым [1], породы выделенной нами серии располагаются в зоне внутренней вулканической дуги Центрально-Камчатской структурно-фациальной зоны, тяготея к восточному крылу Камчатско-Корякского антиклинория. Выходы этих пород прослеживаются в виде прерывистой полосы вдоль восточного склона Срединного хребта Камчатки в субмеридиональном направлении, обнажаясь в бассейнах рек Средний Кирганик, Озерновская, Жупанка, Андриановка, Кенсол, Озерная Камчатка и протягиваясь на 150 км при ширине полосы около 20—25 км. В пределах этой полосы развиты породы интрузивной и эффузивной фаций. Однако, как видно из схемы (см. рисунок), полоса эффузивных пород тяготеет больше к восточной части зоны, в то время как их интрузивные фации располагаются как среди своих эффузивных аналогов (реки Кенсол, Андриановка), так и вне их (реки Евсейчиха, Озерная Камчатка).

* В статье, помимо данных авторов, использованы материалы О. Н. Волинца, Д. И. Фрих-Хара, Н. Л. Шилина, В. П. Полохова и И. К. Волчанской, Г. М. Власова, В. К. Ротмана [8, 9], М. И. Горяева, А. Ф. Марченко, В. Н. Бондаренко.

В последнем случае интрузивы залегают среди кремнисто-терригенной толщи (ирунейская свита) верхнемелового возраста. Эффузивная толща входит в состав выделяемой Г. М. Власовым, М. И. Горяевым, В. К. Ротманом кирганикской свиты [4]. Находки ископаемой фауны среди осадочных образований последней, по определению В. Гладиковой (КРГРУ), характеризующие отложения олигоценового возраста, позволяют относить эффузивную толщу к палеогену.

Остановимся на характеристике пород, объединяемых нами в субщелочную формацию.

Эффузивная фация представлена плагиоклаз-пироксеновыми, пироксеновыми, плагиоклазовыми, роговообманковыми разностями андезитов, андезито-базальтовых, трахиандезитовых, трахибазальтовых порфиритов, их туфами, лаваагломератами (в подчиненном количестве туфогенно-осадочными породами).

Для преимущественного большинства пород эффузивной толщи характерно повышенное содержание щелочей (см. таблицу), хотя в минералогическом составе вкрапленников собственно щелочные минералы, как правило, отсутствуют. Вкрапленники составляют от 30 до 60% объема породы и представлены авгитом, титанавгитом, андезином № 40—47, сильно измененным вторичными процессами. Иногда среди вкрапленников появляются биотит и роговая обманка. Характерно присутствие крупнокристаллического (нередко до 1 мм в поперечнике) апатита. Лавы, выделенные нами как

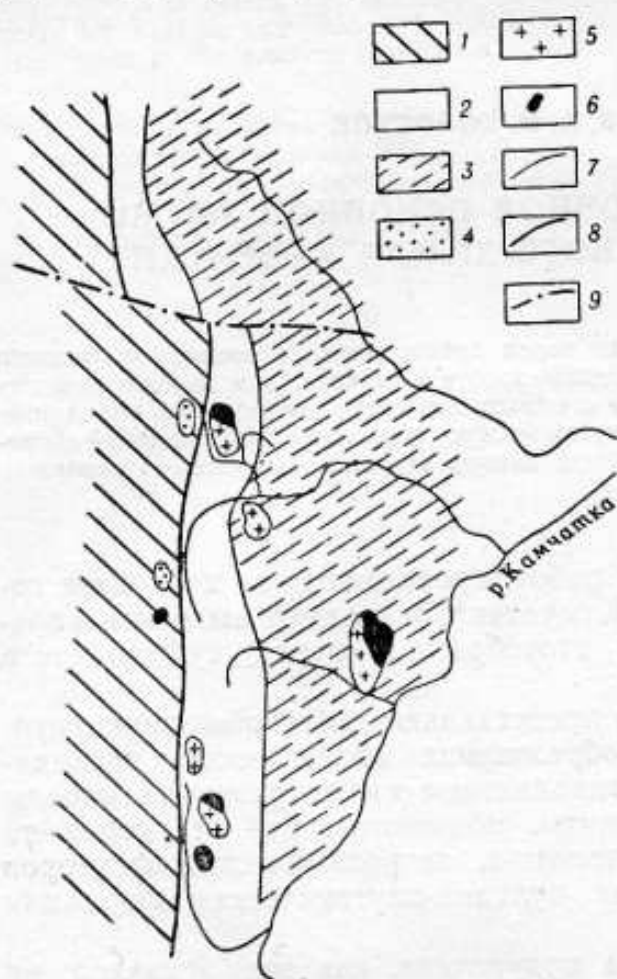


Схема распространения пород субщелочной формации Срединного хребта Камчатки.

1 — Срединный массив метаморфических пород; 2 — кремнисто-терригенные образования ирунейской серии; 3 — вулканогенные образования субщелочной формации (кирганикская свита). Интрузивные образования: 4 — пироксениты; 5 — габбро, габбро-диориты; 6 — сиениты, монзониты; 7 — граница разделения толщ; 8 — зона глубинного разлома (по Г. М. Власову); 9 — тектоническое нарушение.

трахиандезитовые и трахиандезито-базальтовые порфириты, отличаются от вышеописанных наличием минеральной ассоциации: эгиринсодержащий авгит (многие с периферической каймой эгирин-авгита) — плагиоклаз — калиевый полевой шпат — биотит — роговая обманка. Изредка в составе вкрапленников появляется гиперстен. Как в тех, так и в других разностях порфиритов основная масса имеет хлорит-полевошпатовый состав и образует интерсертальные, трахитовые, диабазовые структуры с хорошо выраженной флюидалностью.

Из анализа химических составов (см. таблицу) следует, что породы эффузивной фации характеризуются в среднем содержанием кремнезема 48—50%, сумма щелочей составляет 6,5—7%, причем в большинстве случаев преобладает калий. По классификации А. Н. Заварицкого [3]

Типовые химические анализы пород субщелочной формации Срединного хребта Камчатки

№ п.п.	№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	П.п.п.	Σ
<i>Трахиандезитовые, трахиандезитобазальтовые, андезитовые порфириты</i>															
1	1009	51,56	0,64	16,45	5,57	3,84	0,18	5,67	7,19	3,09	3,45	—	0,33	—	98,45
2	3048/1	48,87	0,95	14,54	5,68	5,38	0,15	5,70	9,25	2,28	4,10	0,06	0,1	2,7	99,77
3	3048	50,46	0,49	18,93	2,26	5,13	0,11	5,56	8,78	1,40	5,32	0,21	0,03	1,42	100,10
4	2058	49,85	0,53	12,94	3,10	3,95	0,11	7,78	12,75	2,78	1,20	—	0,13	3,97	99,31
5	58	49,06	1,36	15,70	5,38	6,38	0,31	6,17	8,95	3,11	1,52	1,62	0,45	—	100,01
<i>Габброиды</i>															
6	500	49,16	0,97	15,78	2,58	5,65	0,12	7,38	13,40	1,61	1,36	0,18	0,60	0,63	99,24
7	3212/3	44,72	1,07	12,59	6,27	8,01	0,23	5,60	13,53	1,82	1,57	—	0,23	1,70	100,07
8	3002/7	45,34	1,22	18,80	7,19	5,47	0,16	5,78	10,90	2,61	0,62	0,19	—	1,34	100,34
9	57	48,24	0,97	17,88	3,16	5,95	0,13	7,51	10,99	2,55	0,89	1,45	0,28	—	100,00
<i>Сиениты, монзониты, кварцевые сиениты</i>															
10	112(61)	59,16	0,51	15,69	3,38	3,07	0,16	3,30	5,25	4,26	4,46	1,11	—	—	100,35
11	3523а	56,74	0,19	16,40	5,36	3,55	0,09	4,02	4,92	3,39	3,85	1,09	—	0,58	100,18
12	2564	59,06	0,53	18,91	1,87	2,21	0,12	2,27	5,54	3,98	4,02	0,15	0,26	0,14	99,06
13	2496	53,66	0,44	19,68	2,03	4,15	0,11	3,18	7,90	4,44	2,79	0,14	0,16	0,63	99,31
14	17	58,65	0,86	16,38	3,65	3,09	0,15	3,06	4,45	3,48	4,79	1,13	0,31	—	100,00
<i>Метасоматит</i>															
15	1062	51,65	0,64	14,26	5,71	2,98	0,18	5,22	7,61	0,87	7,70	0,02	0,44	2,47	98,75

Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

№ п. п.	№ обр.	a	b	c	s	f _h	m'	c'	n	t	Q	a/c
<i>Трахиандезитовые, андезитовые порфириты</i>												
1	1009	12	22,3	5,2	59,9	39,3	44	16,7	57,1	1,09	-8,8	2,3
2	3048/1	11,2	27,3	4,3	57,2	38	35,8	26,2	45	1,4	-12,3	2,6
3	3048	11,4	20,6	7,5	60,5	34,8	47,5	17,7	29	0,7	-9,3	1,5
4	2058	8,0	29,1	4,8	58	22,2	40	37,8	77,6	0,7	4,7	1,6
5	58	9,2	26,8	6,1	57,9	41,6	39,8	18,6	75,8	2,0	-8,7	1,5
<i>Габброиды</i>												
6	500	5,7	29	7,8	57,5	26,4	43,6	300	63,4	1,6	-4,2	0,7
7	3212/3	6,4	34,52	5,4	53,68	39,3	28,2	33	58,0	3,01	-6	1,18
8	3002/7	6,9	27,9	9,8	55,4	43,2	37,2	19,6	88,0	1,95	-12,8	0,7
9	57	7,1	27,0	8,7	57,2	32,5	48,8	18,7	80,4	1,5	-8,5	0,82
<i>Сиениты</i>												
10	112(61)	15,6	15,0	2,6	66,8	38,4	36,6	25	61,4	0,6	-0,2	6
11	3523а	12,7	16,3	4,9	66,1	50,4	42,3	7,3	60,4	0,3	1,9	2,65
12	2564	15,1	9,4	5,5	70	42,1	42,1	15,8	60,5	0,6	4,3	2,7
13	2496	14,5	15,1	6,5	63,9	39,1	37,3	23,6	70,5	0,5	-7,7	2,2
14	17	14,8	13,3	3,7	68,2	47,1	39,4	13,5	52,3	1,1	3,1	4,0
<i>Метасоматит</i>												
15	1062	13,4	23,5	2,9	60,2	34,3	38,3	27,4	14,9	0,9	-9,3	4,5

Фотометрические анализы на содержание K₂O, Na₂O в породах эффузивной толщи

	2212/5	3046/2	3044	3040
K ₂ O	2,93	3,95	3,21	5,37
Na ₂ O	3,46	3,82	3,33	3,11

Примечание. 1 — верховья р. Средний Кирганик, лаб. МГУ, 1960; 2, 7 — р. Андриановка, анал. Цимбалит, лаб. ИГГ СО АН СССР, 1961; 3 — р. Андриановка, анал. Котова, лаб. КРГРУ, 1961; 4 — верховья р. Средний Кирганик, анал. Котова, лаб. КРГРУ, 1961; 5 — базальт по Р. Дэли; 6 — р. Евсейчиха, анал. Котова, лаб. КРГРУ, 1961; 8, 11 — р. Кеңсол, анал. Бельская, Бендер, лаб. ИВ СО АН СССР, 1963; 9 — габбро по Р. Дэли; 10 — р. Евсейчиха, анал. Бельская, лаб. ИВ СО АН СССР, 1963; 12, 13 — анализы В. Илечко, Л. Лапина, р. Кувагдач, анал. Котова, лаб. КРГРУ; 14 — щелочноземельный сиенит по Р. Дэли; 15 — биотит-пироксен-ортоклазовый метасоматит, верховья р. Средний Кирганик, лаб. МГУ, 1960.

породы относятся к группе слегка недосыщенных кремнеземом, умеренно богатых щелочами, часть же пород — к группе бедных щелочами. На диаграмме химических составов фигуративные точки эффузивов ложатся значительно правее точек, отвечающих среднему типу базальта и андезита по Дэли. Они располагаются в поле развития пород состава абсарокит — шошонит — тефрит, занимая положение между линиями ассоциаций пород Йеллоустонского парка и Этны. Некоторые разности попадают даже за линию пород Этны. Однако приведенный выше минералогический состав пока не позволяет нам проводить полную аналогию порфириров с породами серии Йеллоустонского парка и хребта Абсарока.

Возвращаясь к петрографическому составу порфириров, необходимо отметить, что трахиандезитовые порфириды с вкрапленниками ортоклаза, биотита, эгириносодержащего авгита, роговой обманки характерны для локальных участков и, как было отмечено нами, тяготеют к верхам толщи [2]. Это позволяет сделать вывод о том, что эффузивная толща образовалась в результате дифференцированного излияния лав субщелочного состава (трахиандезитовых), поздние этапы которого все более и более становились щелочными. Сказанное также подтверждается наличием в пределах толщи наиболее щелочных интрузивных силлов шонкинитового состава: эгириносодержащий авгит, ортоклаз, биотит, гиперстен, рудный, которые, очевидно, являются более поздними внедрениями дифференциатов трахиандезитовой магмы.

Однако на этом процесс дифференциации, связанный непосредственно с вулканической деятельностью палеогенового времени, не закончился. В районе перевала Кирганикского в локальных, наиболее щелочных участках толщи трахиандезитовых порфириров располагается массив своеобразных метасоматических пород основного субщелочного состава. Массив обладает зональным строением. Периферические части сложены биотит-пироксен-ортоклазовыми метасоматитами (местное название «кирганиты»), постепенно переходящими в биотит-ортоклазовые метасоматиты, слагающие центральную зону массива. К этим наиболее калишпатизированным внутренним частям массива приурочены также рудные зоны халькопирит-борнит-халькозинового состава. Минералогический состав метасоматитов в общем аналогичен составу вмещающих их порфириров: эгириносодержащий авгит, биотит, апатит, титаномагнетит, ортоклаз. По химическому составу метасоматиты также близко отвечают составу вмещающих их трахиандезито-базальтовых порфириров. Также очень характерным для них является резкое преобладание калия над натрием (см. таблицу).

Сравнительный петрографический и химический анализ всех выделенных серий пород, а также изучение петрологии района позволили сотрудникам Камчатской геолого-географической обсерватории еще в 1960—1961 гг. высказать мысль о наличии парагенетической связи между трахибазальтовыми лавами, силлами шонкинитов, метасоматитами и медным оруденением [2].

Таким образом, сказанное выше позволяет нам сделать вывод о едином процессе дифференциации трахибазальтовой магмы, конечным продуктом которой были растворы, значительно обогащенные калием и рудными компонентами.

Перейдем теперь к характеристике интрузивных фаций. Интрузивный магматизм представлен двумя фазами внедрения (габбро и сиениты), слагающими зональные (реки Евсейчиха, Озерная Камчатка, Кенсол), а также отдельные самостоятельные массивы (реки Андриановка, Озерная Камчатка) площадью от 15 до 30 км². На изученной территории

интрузии габбро и сиенитов прорывают лишь рассмотренную нами ранее эффузивную толщу палеогена и кремнисто-туфогенную толщу верхнего мела. Перекрывающих отложений нигде не встречено. Возраст габброидов нами условно принимается палеогеновым и их образование, по-видимому, связано с конечным этапом Камчатской фазы складчатости (верхний мел — палеоген). Внедрению сиенитов способствовали более поздние тектонические движения дизъюнктивного характера, время внедрения их, по-видимому, соответствует позднему палеогену.

Интрузивные образования, отвечающие первой фазе, представлены чисто пироксеновыми, биотит-роговообманково-пироксеновыми разностями габброидов, реже роговообманковыми габбро, габбро-диоритами. Типичное пироксеновое габбро имеет довольно постоянный количественно-минералогический состав: лабрадор № 54—56 — 50—60%, моноклинный пироксен — 30—35, титаномагнетит — 5—10, биотит — до 5, апатит — около 1—2%, иногда появляется ромбический пироксен. Характерным для пород массива является наличие в некоторых разностях калиевого полевого шпата, образующего интерстиционные и монцититовые структуры. В этом случае цветное число в породе несколько уменьшается.

В таблице приведены химические анализы некоторых типовых разностей габбро, габбро-диоритов. По классификации А. Н. Заварицкого породы относятся к группе слегка недосыщенных SiO_2 , бедных щелочами. Среднее содержание щелочей составляет 3—3,5% при содержании кремнезема 45—48%. Как видно из таблицы, химический состав анализируемых пород отвечает среднему типу габбро по Р. Дэли, однако отношение $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (вес. %), равное 0,4—0,9, выше отношения этих окислов в нормальных габброидах (0,3).

Таким образом, можно сказать, что наблюдаемые в интрузивных породах первой фазы минеральные ассоциации, а также особенности химического состава пород в какой-то степени аналогичны вещественному составу вкрапленников и особенностям химизма описанных ранее эффузивных пород и свидетельствуют о некоторой зараженности щелочами габброидного расплава.

Вторая фаза внедрения характеризуется ассоциацией пород среднего субщелочного состава: роговообманковых, реже пироксен-роговообманковых сиенитов, роговообманковых монцититов, кварцевых сиенитов, в меньшей степени граносиенитов и диоритов. Эти породы представляют собой нормальные щелочноземельные разности и обладают количественно значительно варьирующим минералогическим составом: зональный плагиоклаз состава лабрадор № 56—57 в центральных зонах и андезин № 38—45 в периферических зонах и незональных кристаллах — 40—45%, калиевый полевой шпат — 20—40%, роговая обманка — 20—40%, иногда кварц — до 5—10%, реже встречается салит. Комплекс аксессуарных минералов представлен сфеном, апатитом, цирконом, титаномагнетитом, реже халькопиритом, пиритом. Структуры сиенитовых пород преимущественно монцититовые, в некоторых разностях гилпидиоморфнозернистые.

По особенностям химического состава (см. таблицу) сиениты соответствуют группе пород, насыщенных SiO_2 , умеренно богатых щелочами. Сумма щелочей составляет 6,8—7,2% с отношением $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (вес. %), равным 0,5—1,2. Содержание кремнезема 54—59%, отношение $\frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ (мол. кол.) не превышает 0,4.

Взаимоотношение пород группы сиенитов, монцититов и группы габбро довольно четко можно наблюдать на примере зональных мас-

сивов типа габбро-сиенитового массива бассейна р. Евсейчихи. В строении этого массива выделяется ряд зон, связанных между собой постепенными, но довольно быстрыми переходами. Внешнюю и наиболее значительную зону слагают габброиды, далее идет зона амфиболизированного габбро, затем зона калиевых метасоматитов и, наконец, внутренняя зона — сиенитовых, монцонитовых пород. Минералогически подобная смена ассоциаций выглядит в такой последовательности: авгит, лабрадор, биотит-авгит, лабрадор, биотит, обыкновенная роговая обманка — авгит, лабрадор, роговая обманка, калиевый полевой шпат, андезин, салит. Структуры промежуточных зон коррозионные. Однако, несмотря на столь постепенные переходы, геологическое и петрографическое изучение зонального массива позволяет нам совершенно однозначно говорить о проявлении здесь двух интрузивных фаз: габбро и сиенитов. В то же время многочисленные факты свидетельствуют о несомненно значительном проявлении метасоматического процесса высокотемпературной стадии и его существенной роли в образовании сложнопостроенного массива габбро-сиенитов.

По нашему мнению, обе фазы интрузивного проявления и последующий наложенный процесс метасоматоза характеризуют последовательный процесс эволюции единого магматического очага, а вся серия пород, отражающих этот процесс, может быть отнесена к одному интрузивному габбро-сиенитовому комплексу. Характерным для этого комплекса является также развитие жильных образований 1-го и 2-го этапов. Последние имеют широкое развитие в районе проявления интрузий и представлены дайками диоритового и диабазового составов.

Надо сказать, что аналогичные габбро-сиенитовые комплексы имеют место и в других районах Советского Союза. В частности, подобный комплекс, но связанный с более древним каледонским магматизмом, описывается А. П. Лебедевым, О. А. Богатиновым на примере кизирского габбро-сиенитового плутона в Восточном Саяне [7].

В заключение следует остановиться на основных положениях и выводах, к которым мы пришли на основании изложенного выше.

1. Близкая пространственная и временная связь трахиандезитобазальтовых порфиритов, габброидов, сиенитов, приуроченность их к одной тектоно-структурной зоне, вещественный состав, петрографические особенности, химизм пород, сходство эволюции интрузивных и эффузивных серий — все это позволяет рассматривать описанные группы пород в качестве единой палеогеновой вулканоплутонической субщелочной формации трахиандезит-габбро-сиенитового состава.

2. Характерной особенностью формации является интенсивно развитый калиевый метасоматоз, свойственный как эффузивным, так и интрузивным проявлениям. Причем наиболее интенсивные его проявления связаны с существенно вулканическим процессом, поздними дифференциатами которого явились рудоносные растворы.

3. Указанные магматические образования (трахиандезиты, габбро, сиениты) являются результатом многостадийной дифференциации единого очага основной магмы повышенной щелочности. Эволюция процесса дифференциации идет по пути от основных и средних пород повышенной щелочности до кислых субщелочного состава, при этом наибольшей щелочностью отличаются эффузивные образования.

4. Пути поступления магмы и растворов в верхние структурные горизонты контролируются зоной глубинного разлома, разграничивающего более древний Срединный массив и молодую геосинклиналь.

5. Анализ геологического материала приводит к выводу, что выделенная нами субщелочная формация отражает палеогеновый период

развития Камчатской геосинклинали, при этом магматизм приурочивается к участкам относительного поднятия, структурам типа островных дуг. В классификации магматических формаций подвижных зон, предложенной Ю. А. Кузнецовым [6], формации подобного типа имеют место при смене геосинклинального режима режимом устойчивых поднятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Г. М. Новые данные по геологии Камчатки и перспективы ее рудоносности.— Сов. геология, № 5, 1958.
2. Волюнец О. Н., Флеров Г. Б., Фрих-Хар Д. И., Шилин Н. Л. Об эволюции третичного магматизма Срединного хребта Камчатки.— Геология и геофизика, № 5, 1963.
3. Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных пород. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950.
4. Заварицкий А. Н. Изверженные горные породы. М., Изд-во АН СССР, 1955.
5. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов.— В кн. «Осн. пробл. в учении о магматогеоген. рудн. месторожд.», М., Изд-во АН СССР, 1955.
6. Кузнецов Ю. А. Магматические формации и некоторые общие вопросы геологии.— Геология и геофизика, № 5, 1963.
7. Лебедев А. П., Богатиков О. А. Петрология кизирского габбро-сиенитового плутона (Восточный Саян). Изд-во АН СССР, 1963.
8. Ротман В. К. О некоторых особенностях геосинклинальных вулканогенно-осадочных формаций в свете современных данных.— Докл. АН СССР, т. 140, № 2, 1961.
9. Ротман В. К. Петрохимическая эволюция лав Срединного Камчатского хребта.— В сб. «Петрохимические особенности молодого вулканизма», Изд-во АН СССР, 1962.

G. B. Flerov, A. V. Koloskov

MANIFESTATION OF SUBALKALINE BASIC MAGMA WITHIN SREDINNY MOUNTAIN RANGE OF KAMCHATKA

Peculiar subalkaline rocks of basic and intermediate composition distributed in Sredinny mountain range of Kamchatka are described in the paper. These rocks are characteristic of volcanic, intrusive, and metasomatic formations assigned by the authors to a single volcanic—plutonic rock association of trachyandesite—gabbro—syenitic composition. Highly alkaline basaltic magma is considered to be the parent material.

*Институт вулканологии
Сибирского отделения АН СССР,
г. Петропавловск-Камчатский*

*Статья поступила в редакцию
16 февраля 1965 г.*