

УДК 552.33(571.66)

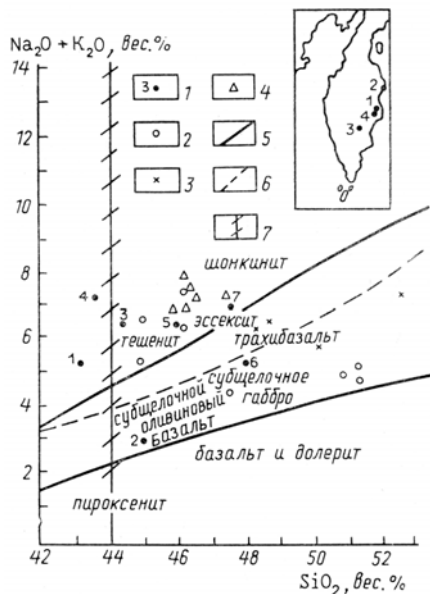
## НАТРОВАЯ ЩЕЛОЧНО-ГАББРОИДНАЯ ФОРМАЦИЯ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

С. Р. Тихомирова, М. К. Бахтеев, О. А. Морозов

К натровой щелочно-габброидной формации относится обособленная в структурном и возрастном отношении ассоциация шонкинитов, тералитов, эссекситов и других, а также их щелочных и субщелочных эффузивных аналогов - тефритов, субщелочных оливиновых базальтов [2], обладающих низким содержанием кремнезема при незначительном количестве щелочей и относительно высокими значениями  $Na_2O/K_2O$ . Интрузивные представители этой формации на Восточной Камчатке ранее известны не были. Исследования, проведенные авторами в 1989 - 1990 гг., выявили немногочисленные тела щелочных габброидов и щелочных трахидолеритов позднемиоценового возраста, которые были установлены на Кроноцком перешейке, в бассейне р. Мал. Чажма между ручьями Бориса и Блудным и на п-ове Камчатский Мыс, в верховьях р. Пикеж (рис. 1, врезка).

Первый район развития щелочных пород приурочен к восточному флангу миоцен-четвертичного Центрально-камчатского вулканического поя-

Рис. 1. Местоположение составов миоценовых щелочных и субщелочных пород Восточной Камчатки и Командорских о-вов на классификационной диаграмме  $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ : 1 - в изученных районах (цифры соответствуют номерам анализов в табл. 1, 2); 2 - Валагинский хребет, по [6]; 3 - Командорские о-ва, по [1]; 4 - Кроноцкий п-ов, бассейн р. Тюшевка, по [7]; 5 - границы распространения пород нормального, субщелочного и щелочного петрографических рядов; 6 - нижняя граница распространения щелочных пород, содержащих фельдшпатоиды; 7 - граница ультраосновных и основных пород по содержанию  $SiO_2$  с «полем неопределенности». На врезке — местоположение пород натровой щелочно-габброидной формации: 1 - бассейн р. Мал. Чажма, по данным авторов; 2 - бассейн р. Пикеж, по данным авторов; 3 - восточные отроги Валагинского хребта, по [6]; 4 - бассейн о. Тюшевка, по [7]



са, зоне надвига Гречишкина - важнейшей структурной линии Восточной Камчатки. Здесь развиты Станиславская свита верхнего мела - палеоцена, тундровская свита эоцена, таловская и конусная свиты нижнего-среднего миоцена. Отложения представлены морскими терригенными, туфогенно-осадочными, в меньшей степени кремнистыми образованиями. В каждом комплексе существенная роль принадлежит пачкам флишевого строения. Не-

большим развитием пользуются породы верхнего миоцена - плиоцена, представленные двупироксеновыми андезитобазальтами, терригенно-тефроидными конгломератами, гравелитами и песчаниками, слагающими основание Центральнокамчатского вулканического пояса. Для района характерна крайне сложная структура, имеющая складчато-надвиговое и складчато-покровное строение. Широко распространены олистостромы, тектоногравитационные микститы и тектонический осадочный меланж. Горизонтальные перемещения по надвигам обусловили расчленение надвиговых пластин, привели к образованию многопорядковых складок, среди которых преобладают опрокинутые и ныряющие формы.

Щелочные породы основного состава распространены незначительно. Выявлено 5 тел, из них 3 — щелочных габброидов, 2 - щелочных базальтов. Наиболее молодыми образованиями, в которых наблюдались следы контактного воздействия этих тел, являются песчаники конусной свиты среднего миоцена. Секущие контакты сопровождаются маломощной (0,5—1,5 м) зоной ороговикования. Отдельные тела в истоках руч. Блудный имеют тектонические контакты.

В строении второго района принимают участие отложения африканской (верхний мел), столбовской (палеоцен) и тюшевской (миоцен) серий, плиоценовые отложения ольховской и лахтакской свит, а также позднемиоценовые дайки основного и среднего состава, прорывающие доплиоценовые отложения. Выделяются также образования расслоенного офиолитового фундамента, который совместно с отложениями африканской, столбовской и тюшевской серий участвует в строении четырех надвиговых чешуи, разделенных пластинами серпентинитового меланжа. Ольховская и лахтакская свиты не затронуты процессами надвигообразования. Они слабо дислоцированы и относятся к неоавтохтону. Максимальным развитием пользуются отложения африканской серии, разделенные на смагинскую и пикежскую свиты [8]. На правом берегу р. Пикеж обнаружены два силла щелочных основных пород, залегающие среди туфов основного состава и железистых аргиллитов нижней подсвиты смагинской свиты.

С учетом региональных данных по примыкающим районам Восточной Камчатки, где в основании молассоидного разреза верхнего миоцена обнаружены лавовые потоки щелочных базальтов [6], описываемые тела могут рассматриваться в качестве субвулканических гипабиссальных аналогов последних. На этом основании возраст тел принимается позднемиоценовым.

По структурным особенностям, минеральному и химическому составу среди щелочных пород выделяются щелочные габброиды тешенит-эссекситового типа и трахидолериты.

Щелочные габброиды образуют тела клиновидной формы протяженностью 700-800 м при мощности до 100-200 м. Макроскопически это массивные, мелкозернистые до среднезернистые породы, в краевых частях порфировидные, слабопорфировидные в центральной, части, с цветовым индексом 70-90. Встречаются крупнозернистые разновидности. В образцах отчетливо видны многочисленные выделения сульфидов размером до 0,5 мм, чешуйки золотисточерного биотита (до 10% общего объема), кристаллы и гломеропорфировые сростки темно-цветного минерала и плагиоклаза размером до 1,5-2 мм.

Главными минералами являются (в %): титан-авгит – 25-30, плагиоклаз – 27-30, баркевикит и биотит – 20, оливин – 10-15; встречаются анальцит – до 10 и арфведсонит – 3-4, апатит – 3-4, с рудный минерал – 4-5 и предположительно нефелин – 4-5, замещенный цеолитами. Высококальциевый (7-10% CaO) глиноземистый ( $Al_2O_3$  – 9-10%) титан-авгит образует прекрасные кристаллы яркой лиловой и фиолетово-розовой окраски в шлифе, с резко выраженной структурой песочных часов и заметным плеохроизмом. Титан-авгит зонален. Большинство зерен окружено каймой светло-зеленого

эгирин-авгита. В краевых частях многих кристаллов развиваются бурый амфибол и биотит. Встречается зональный титан-авгит с развивающимся в краевой части сине-зеленым арфведсонитом.

Плаггиоклаз представлен зернами таблитчатой формы и характеризуется пятнообразной зональностью от Лабрадора  $Ap_{55}$  до андезина  $Ap_{30}$  с неравномерной шириной зон. Отдельные зерна по краям сменяются натровым щелочным полевым шпатом (альбит-олигоклазом). Как правило, в центральной части развиты радиально-лучистые листоватые цеолиты, хлорит-серицитовый агрегат. Края зерен обычно свежи.

По характерным кристаллографическим очертаниям и петельчатым структурам устанавливаются реликты кристаллов оливина размером от 0,4 до 0,6 мм. Биотит присутствует в виде пластинок двух генераций: собственно магматический (5-6%  $TiO_2$ ), образующий отдельные таблички, и в сростках с баркевикитом, клинопироксеном и рудными минералами. Баркевикит наблюдается в отдельных призматических кристаллах и их гломеропорфировых сростках. Сине-зеленый арфведсонит в большинстве случаев распределен неравномерно; иногда развивается в краевой части клинопироксена, чаще образует самостоятельные мелкие (0,1-0,2 мм) зерна. Обильный апатит представлен кристаллами размером до 1-1,5 мм, рудный минерал – скелетными кристаллами хромшпинелидов с содержанием титана до 10%, размером от 0,4 до 0,6 мм, а также зернами ильменита и их сростками. Изотропный анальцит встречается в интерстициях между минералами.

Вторичные образования представлены минералами группы цеолитов, развивающимися по плаггиоклазу и нефелину, а также иддингситом, полностью замещающим оливин.

Наиболее идиоморфными являются апатит и рудный минерал, далее следуют оливин, пироксен, биотит с баркевикитом, арфведсонит, плаггиоклаз, а ксеноморфными – анальцит и нефелин. Породы большей частью равномернoзернистые, с неориентированным расположением минералов. Для пород характерны колебания в минеральном составе и изменения структуры. В центральной части тел встречаются участки с преобладанием плаггиоклаза, отвечающие по химическому составу субщелочным долеритам (табл. 1, ан. 2; рис. 1). В эндоконтактной зоне баркевикит доминирует над титан-авгитом, а структура из среднeзернистой, гипидиоморфно-зернистой переходит в диабазовую. Отличия в типоморфных минералах и петрохимических параметрах позволяют выделить внутри отдельных тел существенно плаггиоклазовую лейкократовую разновидность, что может свидетельствовать о возможной дифференциации щелочной основной магмы.

Рассматриваемые горные породы аномальны, так как в них присутствует редкая ассоциация щелочных минералов. По валовому химическому составу они приближаются к тешенитам, но классические описания тешенитов отличаются от этих пород набором типоморфных минералов. Так, в описании тешенитов А. Н. Заварицкого [4] не упоминается о наличии биотита и оливина. Изученный парагенезис минералов, по Заварицкому, характерен для эссекситов, но последние резко отличаются от пород, установленных авторами, более высоким (45–53%) содержанием кремнезема.

На бинарной классификационной диаграмме (рис. 1) фигуративные точки составов 1-4 попадают в область «поля неопределенности», разграничивающего по содержанию кремнезема магматические породы на ультраосновные и основные. Видимо, этим можно объяснить своеобразие описываемых пород, которые обладают широким спектром щелочных цветных минералов, характерных для различных семейств и видов. Так, наличие кальциево-натриевого щелочного амфибола типично для тавита. Минералы группы слюд для щелочных основных пород редки или присутствуют в качестве второстепенных образований и скорее характерны для основных фойдолитов, зани-

Таблица 1

Химический состав щелочных пород Восточной Камчатки, вес.%

Оксиды, их отношения	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	43.24	45.09	44.47	43.57	46.05	47.98	47.40
TiO <sub>2</sub>	2.39	1.12	3.08	2.97	2.58	1,83	2.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.36	17.11	15.78	15.13	16.64	15.58	16.64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.64	3.16	4.84	4.27	3.62	4.65	6.86
FeO	5.29	7.05	6.17	5.35	4,81	3.50	3.29
MnO	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.15	0.21
MgO	10.46	7.44	8.85	8.02	7.52	6.83	5.62
CaO	7.19	10.43	5.85	7.37	7.42	8.35	6.07
K <sub>2</sub> O	3.43	2.53	3.84	4.48	3.92	3.20	4.88
K <sub>2</sub> O	1.80	0.27	2.40	2.60	2.31	1.93	2.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.65	0.12	0.92	0.88	0.64	0.41	0.45
п. п. п.	5.80	5.30	3.35	4.75	4.05	5.08	4.24
Сумма	99.44	99.83	99.77	99.61	99.78	99.50	99.72
Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	1,91	9.37	1.60	1.72	1.70	1.66	2.39
al'	0,63	0.97	0,79	0.86	1,04	1,04	1,07
Ka	0.56	0.25	0.56	0.68	0.48	0.33	0.42

Примечание. 1-4 — щелочные габброиды, верховья руч. Блудный; 5-7 — трахидолериты: 5 - руч. Бориса, 6-7— верховья р. Пикеж, al'—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO + MgO), Ka= (Na<sub>2</sub>O+ K<sub>2</sub>O)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Анализы выполнены: 1-5 — ГЕОХИ РАН, 6-7 — ЦЛ ПГО «Камчатгеология».

мающих промежуточное положение между ультраосновными и основными щелочными породами. В многочисленных петрографических описаниях щелочных основных пород упоминается присутствие либо баркевикита, либо в редких случаях биотита. В изученных авторами породах баркевикит и биотит встречаются совместно.

От основных фойдолитов, которым описываемые породы соответствуют по содержанию кремнекислоты, они отличаются содержанием отдельных петрогенных оксидов. Кроме того, для основных фойдолитов характерен иной минеральный состав. Перечисленные особенности не позволяют отнести щелочные габброиды изученных районов к какому-либо известному петрографическому виду.

Трахидолериты слагают силлы по левому и правому бортам р. Мал. Чажма, дайку на правом борту руч. Бориса, а также два силла в истоках правого притока р. Пикеж. Размеры тел по простиранию составляют от 10 до 500 м при мощности 1-10 м. Это темные, зеленовато-серые до черных породы, в центральной части массивные, тонкозернистые, полнокристаллические, переходящие в краевой части в миндалекаменные разности, с крупными миндалинами, выполненными цеолитами. В зонах эндоконтакта тела имеют столбчатую отдельность. Для тел в бассейне р. Пикеж характерна псевдошаровая отдельность с концентрически-скорлуповатым строением шаров.

Породы обладают порфировой структурой. В фенокристаллах, составляющих около 40% от объема пород, содержатся магнезиальный оливин (Fo<sub>76-78</sub>) и лабрадор последних номеров до битовнита (An<sub>75-79</sub>), встречаются таблитчатые выделения плагиоклаза с неясно проявленной зональностью, от Лабрадора до андезина (An<sub>47-50</sub>). Довольно часто вкрапленники плагиоклаза окаймлены натровым щелочным полевым шпатом (альбит-олигоклазом). Кроме этого в шлифах отмечаются вкрапленники зеленовато-бурого эгирин-

авгита с вростками плагиоклаза, часто сдвойникованные. В небольших количествах присутствуют чешуйки бурого биотита. В отдельных разностях состав пироксена изменяется от эгирин-авгита до титан-авгита. В таких случаях вместо биотита появляется бурая роговая обманка. Основная масса состоит из микролитов андезина ( $Ap_{37-45}$ ), эгирин-авгита, зерен титаномагнетита. В промежутках между ними отмечаются изотропный анальцит, щелочной полевой шпат и светло-бурое вулканическое стекло (5-7%).

Преобладающие в основной массе микролиты плагиоклаза, расположенные, как правило, беспорядочно, иногда тесно субпараллельно примыкают друг к другу, что обуславливает пилотакситовую структуру основной массы с неравномерно распределенными в ней изометричными зернами оливина и пироксена. Вторичные минералы представлены иддингситом, развивающимся по краевым частям вкрапленников оливина, местами полностью его замещающая, а также минералами группы цеолита, образующими шестоватые агрегаты в миндалинах и сноповидные сростки по основной массе.

Таблица 2

Содержание редких элементов в щелочных породах Восточной Камчатки, г/т

Элемент	1	2	3	4	5	6	7
Rb	20	20	—	27	2,4	—	—
Sr	430	550	80	600	210	503	395
Ba	420	550	800	2600	240	200	200
Cu	40	100	80	30	—	30	30
Zn	100	150	120	80	—	40	50
Sc	26	22	10	34	56	15	20
V	120	200	150	120	—	100	150
Cr	560	130	100	150	200	100	100
Co	71	34	30	30	41	20	30
Ni	600	80	100	80	—	70	100
Y	22	23	12	26	21	10	15
Zr	210	210	150	305	38	70	100
Hf	6.0	6.6	—	6.0	1.2	—	—
Nb	44	40	12	62	1.3	—	—
Ta	2.5	3.6	—	2.2	0.2	—	—
Th	3.5	2.2	—	4.1	1.0	6.0	6.0
U	1.8	1.2	—	1.9	1.0	2.0	2.0
La	29	37	—	26	—	—	—
Ce	57	72	—	46	—	—	—
Sm	7.0	6,9	—	9,4	—	—	—
Eu	2.0	2.5	—	2.8	—	—	—
Tb	1.2	1,4	—	1.1	—	—	—
Lu	0.29	0,31	—	0.29	—	—	—
Yb	2.1	2,0	—	2.1	—	—	—

Примечание. Анализы выполнены нейтронно-активационным, рентгено-спектральным и спектральным методами в лаборатории Бронницкой ГГЭ, ЦЛ ПГО «Камчатгеология». Номера анализов см. в табл. 1. Прочерк (-) означает отсутствие данных.

Сравнение химического состава изученных пород с помощью диаграмм Харкера показывает, что наибольшие различия наблюдаются по MgO, CaO и TiO<sub>2</sub>, причем особенно заметно по первому из оксидов: концентрации MgO между крайними по кремнекислотности членами отличаются в два раза.

Изменение химического состава от более основных к относительно более кислым разностям отражается в росте щелочности, главным образом за счет окиси натрия, и некотором уменьшении содержания закисного железа. В целом для всех пород с ростом калиевой щелочности увеличивается количество пятиокси фосфора. Для всех разновидностей характерно повышенное содержание  $TiO_2$  (более 2%) и  $P_2O_5$  (более 0,3%). Щелочные габброиды и щелочные трахидолериты являются нефелин-нормативными (5—12%). Обращают на себя внимание большие величины потерь при прокаливании, отражающие содержание летучих компонентов. Это обстоятельство в сочетании с большим количеством минералов в трахидолеритах, гидроксид-содержащих минералов (биотит и амфибол) в щелочных Габброидах позволяет предположить высокую газонасыщенность исходного расплава.

Анализ содержания редких элементов (табл. 2) показывает, что более магниальные разности характеризуются повышенными концентрациями когерентных элементов группы железа — Cr, Ni, Co, а также Ba и Zr. Выявляются обогащенность пород легкими редкоземельными элементами и средняя степень дифференцированности спектра РЗЭ (рис. 2). Таким образом,

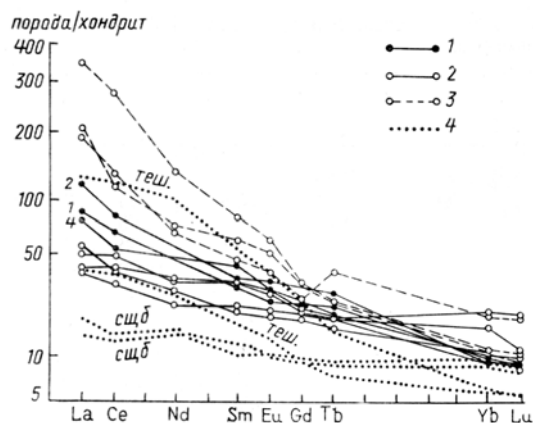


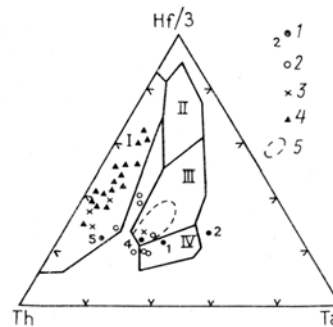
Рис. 2. Распределение нормированных по хондриту концентраций редкоземельных элементов в щелочных и субщелочных основных породах Восточной Камчатки и Командорских о-вов, по [9]: 1 — породы изученных районов (цифры соответствуют номерам анализов в табл. 1, 2); 2-3 — Восточные отроги Валагинского хребта, по [6]: 2 — плиоценового, 3 — позднемиоценового возраста; 4 — Командорские о-ва, по [1]

щелочные габброиды и трахидолериты имеют общие особенности минерального и петрохимического состава. По петрохимическим параметрам эти породы относятся к щелочному ряду с калиево-натриевой спецификой. Породы умеренно глиноземистые. По комплексу признаков они могут быть объединены в натровую щелочно-габброидную формацию. Помимо рассмотренных тел к ней должны быть отнесены позднемиоценовые магматические проявления восточных отрогов Валагинского хребта и Кроноцкого п-ова в бассейне р. Тюшевка. На Валагинском хребте, в бассейне р. Левая Жупановка среди позднемиоценовых образований описаны дайки и единичные лавовые потоки щелочных и субщелочных базальтов [6]. На Кроноцком п-ове близкие по составу силлы щелочных пород установлены в низах осадочного неогенового разреза [7].

Подтверждением единой формационной принадлежности этих образований является их близкий минеральный и петрохимический состав. Щелочные породы Кроноцкого перешейка и п-ова Камчатский Мыс сопоставимы с позднемиоценовыми щелочными базальтоидами Валагинского хребта, отличаясь от последних большей основностью (рис. 1). Сравнение химического состава выявляет и в тех и в других последовательное изменение содержания петрогенных оксидов от более основных к относительно более кислым

разностям. Щелочные породы и субщелочные — щелочные образования Валагинского хребта характеризуются накоплением кремнезема с уменьшением содержания  $TiO_2$ ,  $MgO$  и увеличением  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  и коэффициента фракционирования. Породы имеют один порядок содержания редких элементов и, как видно из рис. 3, по уровню концентрации и отношению редких элементов попадают в поля развития вулканитов Валагинского хребта, отвечая

Рис. 3. Диаграмма Th — Hf/3 — Ta для базальтов разных геодинамических обстановок, по [5]: 1—3 — см. рис. 1; 4 — позднелигоцен-четвертичные базальты Восточно-Камчатского пояса, по [6]; 5 — внутриплитные базальты Срединного хребта Камчатки, по [6]; I—IV — поля базальтов разных геодинамических обстановок, по [5]: I — островодужных, II — срединно-океанических хребтов; III — срединно-океанических хребтов и внутриплитных, IV — внутриплитных



внутриплитной (анализы 1, 2, 4) и островодужной (анализ 5) геодинамическим обстановкам. В легкой части спектра нормированных РЗЭ щелочные основные породы занимают промежуточное положение между позднемiocеновыми и плиоценовыми субщелочными — щелочными базальтоидами Валагинского хребта, полностью совпадая с ними в средней и тяжелой частях спектра. Приведенные характеристики щелочных образований различных районов Восточной Камчатки свидетельствуют о принадлежности их к единому семейству магматических дифференциатов.

Совпадает и геолого-структурная позиция пород, приуроченных к флангу Центральнокамчатского вулканического пояса. Появление вблизи подошвы пояса среди пород фундамента секущих тел щелочно-основного состава позволяет предположить, что эти тела могут представлять собой глубоко эродированные корневые трещинные подводные каналы, функционировавшие в начальные моменты заложения пояса. На обширных площадях развития субаэральных вулканитов позднего миоцена — плиоцена подводные каналы скрыты от наблюдения.

Наиболее близкой к выделяемой натровой щелочно-габброидной формации по возрасту, местоположению и составу является базальт-трахидолеритовая формация нижнего — среднего миоцена Командорских овов [1]. Распространение представителей щелочно-габброидной формации в пределах значительного ареала протяженностью свыше 300 км позволяет выделить новую Восточно-Камчатскую щелочную петрографическую провинцию позднемiocенового возраста. Эта провинция обладает специфическими чертами минерального и химического состава входящих в нее пород, прежде всего одинаковым соотношением щелочных металлов — калия и натрия, высоким содержанием  $TiO_2$  и  $P_2O_5$ , а также сходной степенью дифференцированности спектра РЗЭ и уровнем содержания редких элементов. По объемам входящих в состав провинции образований она вполне сопоставима с Западно-Камчатской провинцией щелочных пород [2, 3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатиков О.А., Цветков А.А. Магматическая эволюция островных дуг. М., 1988. 248 с.
2. Главнейшие провинции и формации щелочных пород. М., 1974. 376 с.
3. Гузиев И.С. Щелочной магматизм Тигильского района Зап. Камчатки//Вулканич. и вулканоплутонич. формации. М., 1966. С. 197 — 203.
4. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. М., 1956. 480 с.
5. Магматические горные породы. Т. 6. Эволюция магматических горных пород / Богатиков О.А., Богданова С.В., Борсук А.М. и др. М., 1987. 440 с.
6. Позднекайнозойские внутриплитные базальты Вост. Камчатки / Волюнец О.Н., Успенский В.С., Аношин Г.Н. и др.//ДАН СССР. 1990. Т. 313, № 4. С. 955—959.
7. Супруненко О.И., Марковский Б.А. Щелочные вулканы п-ова Кроноцкого (Камчатка)//ДАН СССР. 1973. Т. 211, № 3. С. 682—685.
8. Хотин М.Ю. Эффузивно-туфово-кремнистая формация Камчатского Мыса. М., 1976. 195 с.
9. Haskin L.A., Haskin M.A., Frey F.A. et al. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths // Origin and distribution of the elements. N.Y., 1968. P. 889-912.

Московский  
геологоразведочный ин-т

Поступила в редакцию  
05.03.91

#### **NATRIC ALKALI-GABBROID FORMATION OF THE EASTERN KAMCHATKA**

*S.R. Tikhomirova, M. K. Bakhteev, O. A. Morozov*

The information about structural position and composition of the recently discovered bodies of late Miocene alkaline gabbroids essexite-teschenite type and associated nepheline trachydolerites are given.