

*Р. У. Иващенко, Э. Н. Казакова,
В. Б. Сергеева, М. И. Стрельцов*

О СОЧЛЕНЕНИИ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ И АЛЕУТСКО-АЛЯСКИНСКОЙ ОСТРОВНЫХ ДУГ В СВЯЗИ С ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКИМИ РЕКОНСТРУКЦИЯМИ

Одна из наиболее примечательных особенностей района сочленения Курило-Камчатской и Алеутско-Аляскинской островных дуг, которые заложились одновременно (в олигоцене), — отсутствие четвертичного вулканизма на примерно тысячекилометровом отрезке западного фланга Алеутско-Аляскинской островной дуги. Вместе с тем для этого же фланга дуги нами установлена олигоцен-четвертичная миграция процессов вулканизма вдоль дуги в восточном направлении со скоростью $\sim 3-10$ см/год.

Данные о месте и времени формирования островодужных вулканических ассоциаций — геологических индикаторов границ поглощения плит [2] — представляют интерес для решения задач, связанных с палеогеодинамическими реконструкциями. Северо-западная часть Тихого океана, где Курило-Камчатская и Алеутско-Аляскинская островные дуги сочленяются практически под прямым углом, — по-видимому, один из наиболее благоприятных объектов для подобного рода исследований.

Широко распространено представление о разновозрастности островных дуг этого района, но постепенно накапливающиеся данные о времени образования островодужных вулканических ассоциаций позволяют усомниться в его справедливости. В последнее десятилетие выполнены многочисленные определения абсолютного возраста наиболее древних островодужных комплексов Алеутско-Аляскинского региона [1, 8, 9, 10, 11, 16 и др.]. Магматическая

В рамках ряда современных геодинамических концепций происхождение наиболее ранних магматических серий Алеутско-Аляскинской островной дуги связывается с субдукцией гипотетической плиты Кула. Исчезновение этой плиты, а также сопутствующей ей зоны спрединга должно было сопровождаться явлениями миграции вулканизма вдоль западного фланга дуги, однако теоретически ожидаемое направление миграции (западное) совершенно противоположно имеющему место.

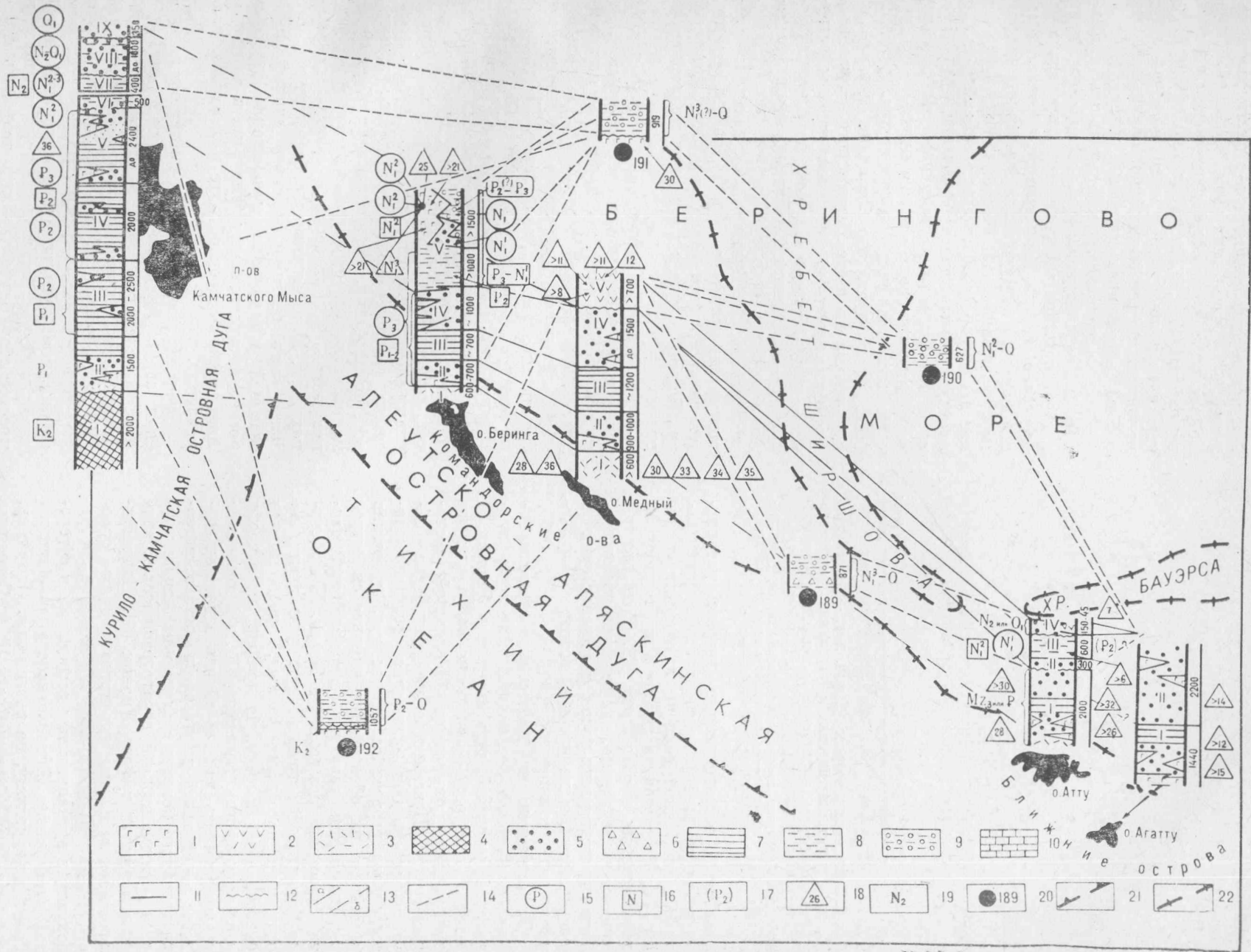
составляющая этих комплексов, отвечающая по составу базальт-риолитовой и габбро-плагиогранитной магматическим ассоциациям, повсеместно характеризуется олигоцен-раннемиоценовым возрастом. Лишь единственное определение абсолютного возраста пиллоу-базальта с о. Улак [11] соответствует позднему эоцену ($42,3 \pm 4,6$ млн. лет). Учитывая, однако, точность этого определения, а также точность, с которой оценивается граница между эоценом и олигоценом (37 ± 2 млн. лет), можно допустить, что и в данном случае анализировался олигоценный лавовый поток.

Ряд исследователей полагают, что радиологические определения ранних магматических серий Алеутской островной гряды отражают не время образования исходных для этих серий пород, а возраст их метаморфизма [11]. По нашим данным, в составе базальт-риолитовой магматической ассоциации Командорских островов, положение которой в основании кай-

Рис. 1. Схема сопоставления геологических разрезов о-вов Ближних и Командорских и п-ова Камчатского Мыса, а также разрезов глубоководных скважин «Гломар Челленджера» (составлена с использованием данных [1, 8, 9, 10, 12, 17 и др.]).

На литологических колонках арабскими цифрами даны мощности в метрах, а римскими цифрами обозначены: I — сматинская и пикетская, II — тарховская, III — верещагинская, IV — рифовская, V — баклановская, VI — оленинская, VII — высокогорская, VIII — ольховская, IX — лахтакская свиты (п-ов Камчатского Мыса); I — медновский, II — командорский, III — прибрежный, IV — диковский, V — беринговский (о. Беринга) и водопадский (о. Медный) литолого-петрографические комплексы (Командорские острова); I — породы фундамента, II — формация Невидисков (о. Атту) и Круглая (о. Агатту), III — формация Чуниксак, IV — формация Фането и Массакра Бей (Ближние острова).

1 — вулканогенные образования базальтового состава; 2 — вулканогенные образования андезитового состава; 3 — риолитовые вулканогенные образования; 4 — верхнемеловые вулканогенные и осадочные образования п-ова Камчатского Мыса; 5 — конгломераты, гравелисты, грубозернистые песчанники; 6 — грубообломочные породы в разрезах глубоководных скважин; 7 — флишоподные тонкообломочные породы; 8 — аргиллиты, алевролиты и тонкозернистые песчанники; 9 — туфодиазомиты; 10 — известняки; 11 — согласные взаимоотношения между свитами, комплексами и формациями; 12 — перерывы в осадконакоплении; 13 — корреляция островодужных разрезов (а — достоверная и б — предполагаемая); 14 — корреляция островодужных разрезов с разрезами глубоководных скважин; 15—19 — данные о возрасте пород; 15 — макрофаунистические; 16 — микрофаунистические; 17 — флористические; 18 — радиометрические; 19 — определенные по положению пород в разрезе (в глубоководных скважинах — по микрофаунистическим остаткам); 20 — местоположение и номер глубоководных скважин; 21 — осевые линии глубоководных желобов; 22 — граница Беринговоморских глубоководных котловин.



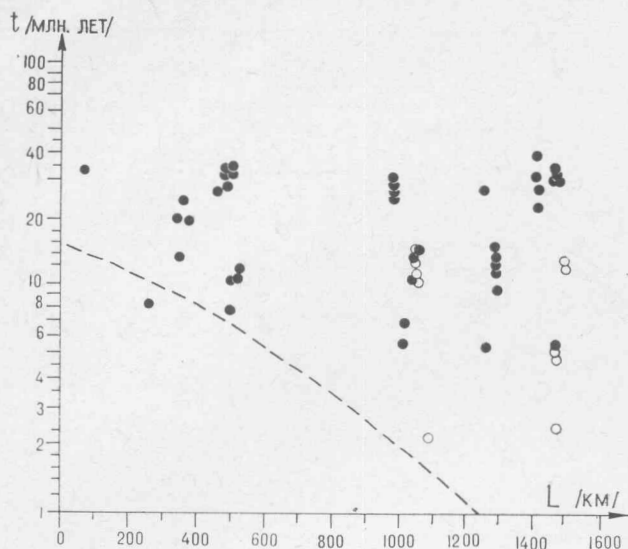


Рис. 2. Зависимость возраст (t , млн. лет) — расстояние (L , км) для магматических образований западного фланга Алеутско-Аляскинской островной дуги (использованы данные [1, 8, 9, 10, 11, 16 и др.]).

Абсолютный возраст по радиометрическим данным (К—Аг метод): черные кружки — валовая проба породы, светлые — мономинеральная проба.

нозойского островодужного разреза устанавливается со всей определенностью, присутствуют в различной степени измененные породы — от базальтов до спилитов и от риолитов до кварцевых кератофиров [3]. Радиологические же исследования, вне зависимости от степени изменения этих пород, свидетельствуют об олигоценовом, и не древнее, возрасте базальт-риолитовой ассоциации.

Вещественные и возрастные аналоги базальт-риолитовой ассоциации Алеутско-Аляскинской островной дуги сначала в Японии, а затем и в Курило-Камчатском регионе стали именоваться комплексом (формацией) «зеленых туфов». Повсеместно «зеленотуфовые» образования составляют основание вулканогенно-осадочного разреза островных дуг, и именно с момента их образования начинается островодужный этап развития северо-западной части Тихоокеанского сегмента Земли. Для Курило-Камчатской островной дуги уже давно, на основании косвенных данных, предполагался олигоценовый возраст, по крайней мере части «зеленотуфового» комплекса [6], а в последние годы появились данные об олигоценовом возрасте образований риолитового состава, широко распространенных в формации Мондзен-анкава — самой нижней стратиграфической единице «зеленых туфов» Японии [4]. Напрашивающийся из вышеизложенного вывод об одновременном (в олигоцене) образовании островодужных вулканогенных ассоциаций в северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса, по-видимому, не оригинален. Например, в работе Л. П. Зоненшайна и Л. А. Савостиной [2] уже содержится упоминание о том, что

Алеутская дуга оформилась в олигоцене, а заложение Курило-Камчатской, Японской, Идзу-Бонинской и Марианской дуг относится к концу олигоцена, т. е., по сути дела, высказывается идея о близко одновременном начале формирования по северо-западной окраине Тихого океана современных островных дуг.

Одна из наиболее примечательных особенностей рассматриваемого сочленения двух дуг — отсутствие четвертичного вулканизма на примерно тысячекилометровой отрезке, отвечающем западному флангу Алеутско-Аляскинской островной дуги. Вместе с тем анализ более древних островодужных ассоциаций позволяет установить, что прекращение вулканической деятельности в различных частях этого отрезка происходило в разное время.

Из сопоставления геологических разрезов (рис. 1) следует, что последние проявления вулканизма на п-ове Камчатского Мыса датируются олигоценом, на Командорских островах — миоценом — плиоценом, на Ближних островах — плиоценом и, наконец, несколько далее к востоку, в Алеутско-Аляскинской дуге, располагается о. Булдырь с одноименным действующим вулканом. Можно, таким образом, говорить о постепенном отмирании процессов вулканизма в дуге в направлении с запада на восток.

К аналогичному заключению можно прийти также и при рассмотрении графика (рис. 2), где по оси абсцисс отложено расстояние от западного окончания дуги к ее центру (за ноль отсчета взят район депрессии озер Столбового и Нерпичьего, где предполагается [5] торцовое сочленение Алеутско-Аляскинской дуги со структурами Камчатки), а по оси ординат — абсолютный возраст магматических образований соответствующих участков дуги. Рой точек, отражающих максимальные, как правило олигоценовые, значения возраста, располагается на графике субпараллельно оси абсцисс, что, по-видимому, свидетельствует об одновременности начала формирования наиболее ранних магматических серий в различных участках дуги. Минимальные же значения возраста могут быть ограничены снизу кривой, отражающей постепенное омоложение возраста последних проявлений магматизма в Алеутско-Аляскинской островной дуге в восточном направлении.

Происхождение наиболее ранних магматических серий Алеутско-Аляскинской островной дуги многие исследователи связывают с субдукцией гипотетической плиты, получившей [13] наименование «Кула» (рис. 3). Отсутствие же четвертичного вулканизма на западном фланге этой дуги находило с позиций новой глобальной тектоники достаточно стройное и простое объяснение (субпараллельность просирирования западного фланга дуги вектору движе-

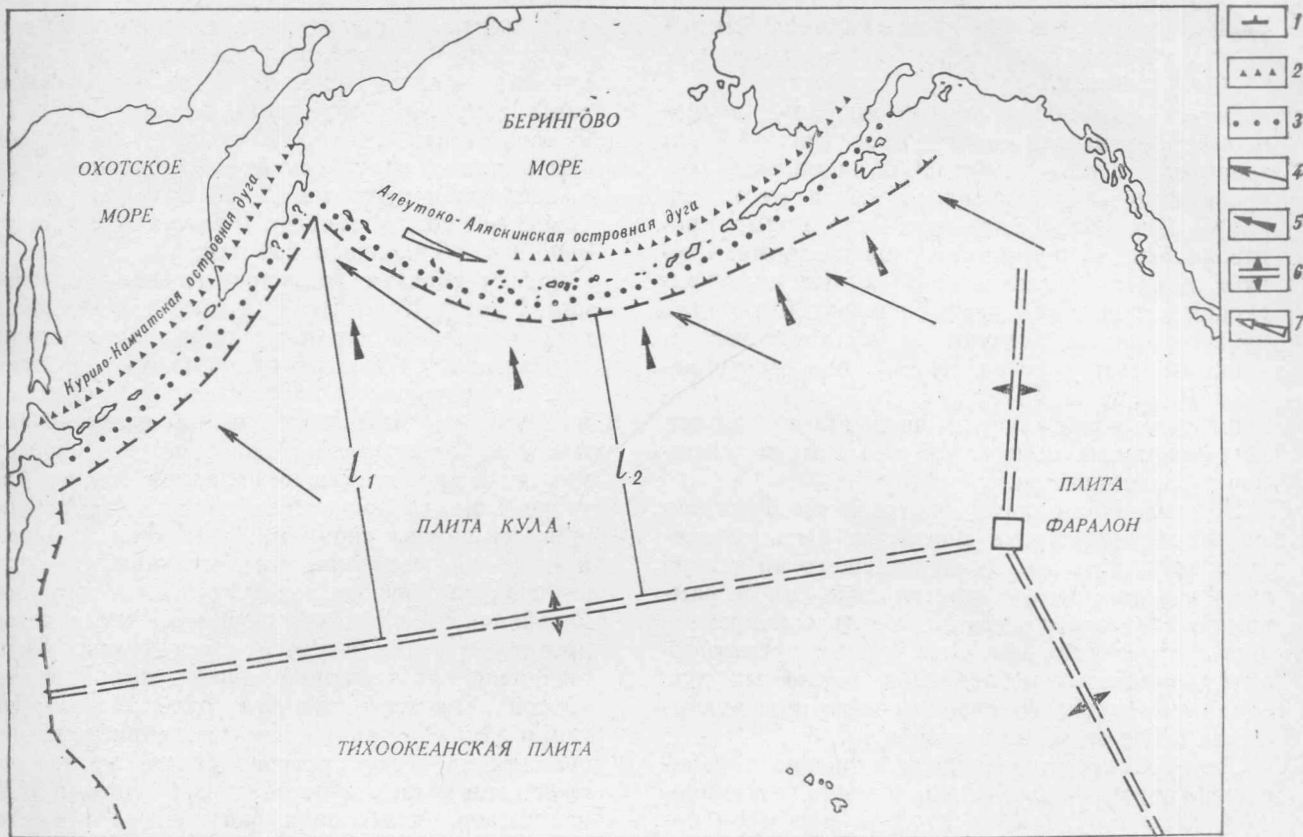


Рис. 3. Древний и современный островодужный вулканизм в Курило-Камчатской и Алеутско-Аляскаинской островных дугах.

1 — глубоководные желоба; 2—3 — проявления вулканизма в островных дугах: 2 — современного, 3 — древнего (ранние магматические серии); 4—6 — схематизированные представления [13 и др.] о геодинамике и палеогеодинамике северо-западной части Тихого океана; 4 — направление движения Тихоокеанской литосферной плиты в настоящее время; 5 — направление движения плиты Кула в момент формирования наиболее ранних магматических серий Курило-Камчатской и Алеутско-Аляскаинской островных дуг; 6 — зоны палеоспрединга, из которых хр. Кула ныне полностью субдуцирован; 7 — направление миграции процессов вулканизма на западном фланге Алеутско-Аляскаинской островной дуги.

ния Тихоокеанской плиты и, как следствие, — отсутствие субдукции плиты, а соответственно, и вулканизма) и до сих пор не вступало в противоречия с известными по региону геологическими данными. Считалось, что с «плитной» моделью не согласуются данные о позднемиоцен-плиоценовом вулканизме Командорских островов [9], но согласно многочисленным публикациям, в которых идеи «тектоники плит» развивались в приложении к Алеутско-Аляскаинскому региону, одновременное прекращение вулканической деятельности в дуге, вообще говоря, и не предполагалось.

Время начала субдукции хр. Кула (зоны активного спрединга), приведшей к ослаблению или даже полному прекращению вулканической деятельности на Алеутских островах, устанавливается неоднозначно и существуют представления об олигоцене [11], эоцене [16] и палеоцене [14] возрасте этого события. Ясно однако, что вне зависимости от этих представлений субдукция хребта под островную дугу не могла быть повсюду одновременной в

силу кривизны последней. Различие в расстояниях между хр. Кула и центром (l_2), а также фланговыми участками (l_1) островной дуги (рис. 3) могло составлять $\sim 10^8$ см, что при скоростях движения океанических литосферных плит ~ 1 — 10 см/год позволяет оценить отрезок времени между началом субдукции хр. Кула и его полным исчезновением на фланговых участках дуги величиной $\sim 10^7$ — 10^8 лет. Д. Гроу и Т. Этвотер [13], например, полагают, что между этими событиями прошло не менее 10 млн. лет.

Следовательно, несубдуцированные отрезки хр. Кула, продолжавшие оставаться активными зонами спрединга, могли еще длительное время после начала субдукции быть причиной вулканизма на фланговых участках Алеутско-Аляскаинской островной дуги. Для западного же фланга этой дуги, где на смену «куловскому» направлению движения океанической литосферной плиты приходили касательные к дуге движения Тихоокеанской плиты, субдукция активной зоны спрединга (хр. Кула) должна бы-

ла бы сопровождаться постепенным отмиранием процессов вулканизма в направлении с востока на запад.

Выше было показано, что миграция вулканизма в олигоцен-четвертичное время вдоль западного фланга Алеутско-Аляскинской островной дуги действительно имела место, но направление этой миграции было прямо противоположным теоретически ожидаемому. Следует, однако, отметить, что данные о конфигурации западной части палеохребта Кула практически отсутствуют и в геологическом прошлом этот отрезок хребта, как предполагают Д. Гроу и Т. Этвотер [13], мог быть не прямолинейным, характеризоваться иными простираниями, сопровождаться зонами разломов и разветвляться.

Установленная нами олигоцен-четвертичная миграция вулканизма могла бы быть следствием субдукции хр. Кула, имевшего на западе север-северо-западное простирание, но в рамках этой модели трудно объяснить одновременно образование наиболее ранних магматических ассоциаций исследуемых островных дуг, а также отсутствие явлений миграции вулканизма в Курило-Камчатской дуге.

Обе рассмотренные модели, впрочем, вероятно, как и другие возможные палеогеодинамические реконструкции, в которых для объяснения миграции вулканизма на западном фланге Алеутско-Аляскинской островной дуги привлекалась бы субдукция хр. Кула, не в состоянии объяснить относительно древний возраст магнитных аномалий северной части Тихоокеан-

ской плиты. В самом деле, если олигоцен-четвертичная миграция вулканизма в дуге — результат субдукции хр. Кула, то исчезновение зоны активного спрединга в северной части Тихого океана должно было бы произойти совсем недавно, а это вступает в противоречие с имеющимися данными [2, 13 и др.] о древнем (палеогеновом и меловом) возрасте приалеутской части Тихоокеанской плиты.

Таким образом, одновременность образования Курило-Камчатской и Алеутско-Аляскинской островных дуг и последующая миграция вулканизма на фланге одной из них не находят пока удовлетворительного объяснения с позиций рассмотренных выше палеогеодинамических построений. Интересно, что скорость миграции вулканизма на западном фланге Алеутско-Аляскинской островной дуги, составляющая, по нашим оценкам, 3—10 см/год, близка к скорости «омоложения» вулканизма вдоль внутриокеанических цепей вулканов, например Гавайской [15]. Это «омоложение» часто интерпретируется как результат прохождения Тихоокеанской литосферной плиты над «горячей точкой». Очевидно, что для подобной интерпретации установленного нами явления миграции вулканизма вдоль островодужной вулканической цепи пока нет достаточных оснований. Не исключено, что поиск решения затронутых здесь вопросов следует вести в рамках геодинамических концепций, предусматривающих активность не океанической, а континентальной литосферной плиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борсук А. М., Цветков А. А. Магматические формации западной части Алеутской островной дуги.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1980, № 9.
2. Зоненшайн Л. П., Савостин Л. А. Введение в геодинамику. М.: Недра, 1979.
3. Казакова Э. Н., Стрельцов М. И. Базальт-риолитовая ассоциация Командорских островов.— В сб.: Восточноазиатские островные системы (тектоника и вулканизм). Южно-Сахалинск, 1978.
4. Конда Т., Уэда Е. Абсолютный возраст вулканических пород северо-восточной части Японской дуги.— В сб.: Геодинамика и вулканизм островных дуг северо-западного сектора Тихоокеанского кольца. М.: Советское радио, 1978.
5. Марков М. С. и др. О сочленении структур Восточной Камчатки и Алеутской островной дуги.— Геотектоника, 1969, № 5.
6. Сергеев К. Ф. Основные черты стратиграфии третичных отложений Большой Курильской гряды.— ДАН СССР, 1963, т. 153, № 5.
7. Справочник физических констант горных пород. М.: Мир, 1969.
8. Хотин М. Ю. Эффузивно-туфово-кремнистая формация Камчатского Мыса. М.: Наука, 1976.
9. Шапиро М. Н. Тектоническое развитие восточного обрамления Камчатки. М.: Наука, 1976.
10. Шмидт О. А. Тектоника Командорских островов и структура Алеутской гряды. М.: Наука, 1978.
11. DeLong S. E., Fox P. J., McDowell F. W. Subduction of the Kula Ridge at the Aleutian trench.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1978, v. 89, N 1, p. 83—95.
12. Gates O., Powers H. A., Wilcox R. E. Geology of the Near Islands, Alaska.— Bull. U. S. Geol. Surv., 1028-U, 1971, p. 709—822.
13. Grow J. A., Atwater T. Mid-Tertiary Tectonic transition in the Aleutian arc.— Bull. Geol. Soc. America, 1970, v. 81, N 12, p. 3715—3722.
14. Hein J. R., McLean H. Paleogene sedimentary and volcanogenic rocks from Adak Island, Central Aleutian Islands, Alaska.— Geol. Surv. Prof. Paper 1126—A—J, 1980, p. E1—E16.
15. Jackson E. D., Silver E. A., Dalrymple G. B. Hawaiian-Emperor chain and its relation to Cenozoic circum-Pacific tectonics.— Bull. Geol. Soc. America, 1972, v. 83, N 3, p. 601—618.
16. Marlow M. S., Scholl D. W., Buffington E. S., Alpha T. R. Tectonic history of the central Aleutian arc.— Bull. Geol. Soc. America, 1973, v. 84, N 5 p. 1555—1574.
17. Scholl D. W., Creager J. S. Geologic synthesis of Leg 19 (DSDP) results: Far north Pacific, and Aleutian Ridge, and Bering Sea.— In: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. V. 19. Washington D. C., U. S. Govt. Print. Off., 1973, p. 897—913.