

М.И. СТРЕЛЬЦОВ

О РОЛИ ТЕКТОНИКИ В ФОРМИРОВАНИИ ГЕТЕРОМОРФНЫХ ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ФЛАНГАХ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

(Представлено академиком Ю.А. Косыгиным 2 XII 1979)

Исследуя вещественный состав магматических образований внешней зоны Курило-Камчатской островной дуги, нельзя не обратить внимания на то, что интрузивные комплексы фланговых участков этой структуры гетероморфны, т.е. сложены породами, которые весьма близки между собой по химическому составу (рис. 1) и вместе с тем существенно отличаются друг от друга по набору породообразующих минералов. В первую очередь это касается роговой обманки, которая является петрогенным минералом интрузивных комплексов северного фланга дуги и практически не характерна для интрузивных образований южного фланга. Так, на островах Малой Курильской гряды (южный фланг) в шикотанском интрузивном комплексе лишь изредка встречаются лейкократовые габбро, в которых количество роговой обманки не превышает первые проценты ⁽⁴⁾, тогда как в допалеогеновых интрузивных комплексах п-ова Камчатский Мыс (северный фланг) присутствуют породы ⁽²⁾ с содержанием амфибола до 55% (амфиболовые габбро) и даже до 95–98% (гранатовые горн-блендиты).

Наиболее отчетливо проявлена гетероморфность щелочно-базальтоидных образований. Типичные их представители — трахидолериты малокурильского интрузивного комплекса ⁽⁵⁾ и пироксен-амфиболовые вогезиты п-ова Камчатский Мыс ⁽³⁾ — практически не различаются между собой по содержанию петрогенных окислов (в трахидолеритах и вогезитах соответственно, мас. %): SiO_2 51,99 и 52,21; TiO_2 0,46 и 1,24; Al_2O_3 15,75 и 15,47; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 8,76

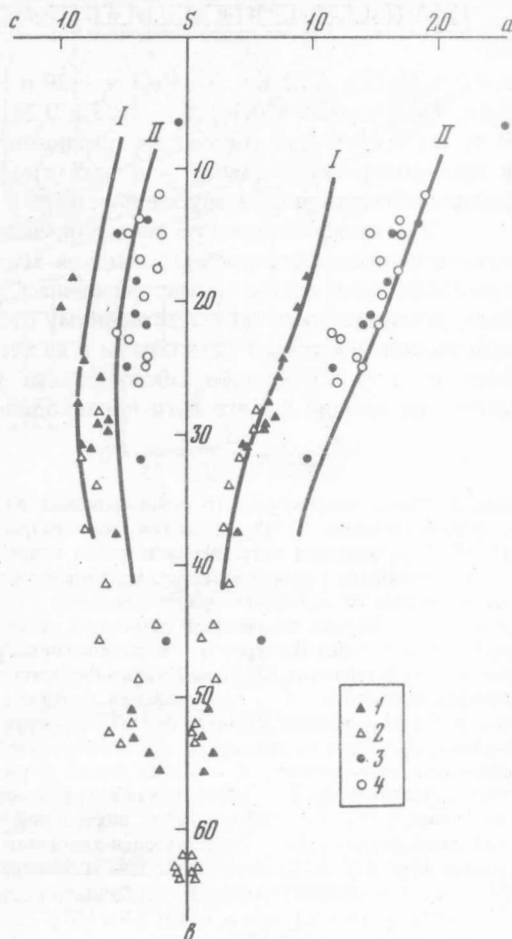


Рис. 1. Диаграмма химических составов магматических пород фланговых участков Курило-Камчатской островной дуги. I — шикотанский интрузивный комплекс ⁽¹⁾; 2 — допалеогеновые интрузивные комплексы п-ова Камчатский Мыс ⁽²⁾; 3 — малокурильский интрузивный комплекс ⁽¹⁾; 4 — лампрофиты вогезитового типа п-ова Камчатский Мыс ⁽³⁾. I, II — вариационные линии магматических ассоциаций Лассен-Пик (I) и Марос-Хайвуд (II)

$P, \text{кбар}$

$H, \text{км}$

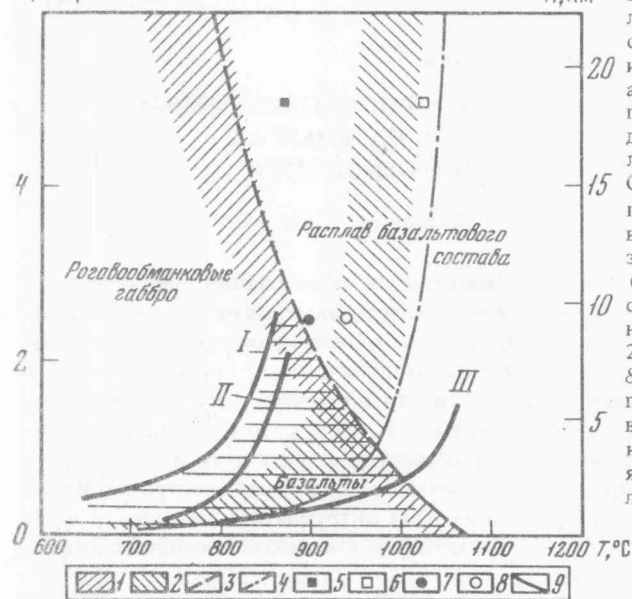


Рис. 2. Устойчивость амфиболов и силикатный солидус в базальтовых системах. 1, 2 — области солидуса (1) и верхних границ устойчивости (2) амфиболов в базальтовых системах при давлении воды, равном общему давлению (?); 3, 4 — начало плавления системы базальт — H_2O — CO_2 — $(\text{Ni} + \text{NiO})$ (3) и верхняя граница устойчивости амфибола (4) в этой системе (?); 5, 6 — кристаллизация трахибазальта при $P = 5$ кбар (?); 5 — солидус, 6 — начало кристаллизации амфибола; 7, 8 — плавление амфиболового габбро при 2,5 кбар (?); 7 — начало плавления, 8 — преобразование амфиболов в пироксены, оливин и рудный; 9 — верхние границы устойчивости некоторых амфиболов (цифры на линиях): I — ферропаргасит, II — тремолит, III — паргасит (?).

и 6,27; MgO 5,35 и 6,76; CaO 6,29 и 5,99; Na_2O 4,18 и 4,50; K_2O 3,92 и 3,61; P_2O_5 0,51 и 0,46; S 0,05 и 0,24; H_2O 0,83 и 1,04; п.п. 1,77 и 1,67). В то же время, они состоят из плагиоклазов различной основности (лабрадор — в трихидолеритах и альбит — в вогезитах), а нехарактерная для трихидолеритов роговая обманка присутствует в вогезитах в количестве до 40%.

Эти минералогические различия, скорее всего, результат различных условий кристаллизации щелочно-базальтоидной магмы. В случае образования лампрофиров кристаллизация магмы характеризовалась ранним выделением из расплава амфибола, эквивалентного по вещественному составу пироксену и анортиту (?); остаточный расплав обеднялся глиноземом и из него кристаллизовался кислый плагиоклаз. Если в силу каких-либо обстоятельств кристаллизация щелочно-базальтоидной магмы на южном фланге дуги происходила в "сухих" условиях, а на северном —

Рис. 3. Схема тектонического районирования Курило-Камчатской островной дуги (составлена с использованием (?)), геологические разрезы ее фланговых участков (А-Б, В-Г, по (?), (?), (?)) и частота встречаемости углов падения верхнемеловых и кайнозойских отложений (а-в, составлены с использованием материалов СахКНИИ, СахТГУ, КТГУ и японских исследователей: цифры на стрелках — число замеров). а — олигоцен?-среднемиоценовые отложения внутренней зоны Курило-Камчатской островной дуги; б — верхнемеловые отложения Малой Курильской гряды и п-ова Немуро; в — верхнемеловые отложения п-ова Камчатский мыс. 1, 2 — внутренние (1) и внешняя (2) зоны Курило-Камчатской островной дуги; 3 — Курильская геосинклинальная котловина; 4 — кайнозойская складчатая область западной Камчатки и прилегающих частей Охотоморского региона; 5 — Охотоморская плита; 6 — океаническая платформа; 7 — глубинный разлом со сбросовой (а) и взбросовой (б) компонентами перемещения (стрелки — сдвиговая компонента); 8 — осевая линия Курило-Камчатского глубоководного желоба; 9 — прочие границы; 10, 11 — образования внешней зоны: 10 — верхнемеловые, 11 — верхний мел? — эоценовые; 12-15 — образования внутренней зоны: 12 — донеогеновые, 13 — олигоцен?-среднемиоценовые, 14 — среднемиоцен-плиоценовые, 15 — вулканогенные четвертичные; 16 — осадки морского и океанического дна и четвертичные осадочные отложения; 17 — разломы; 18 — зона Срединно-Курильского глубинного разлома; 19 — $n(10^\circ)$; 20 — $n(20^\circ)$; 21 — $n(30^\circ)$; 22 — среднее из $n(\alpha)$ при $\alpha \approx 40^\circ$; 50 и 60° ; 23 — среднее из $n(\alpha)$ при $\alpha \approx 70^\circ$; 80 и 90° ; 24 — среднее из $n(\alpha)$ при $\alpha \approx 100^\circ$ (опрокинутые залегания)

в присутствии H_2O , то различия путей ее кристаллизации, в случае достаточных давлений, могли быть определены, согласно (7), гидротермальными условиями. Однако присутствие в трахидолеритах и трахибазальтах малокурильского интрузивного комплекса таких водосодержащих минералов, как биотит, анальцит и цеолиты, позволяет полагать, что исходная для этих пород магма во время кристаллизации вряд ли была "сухой". Считая в первом приближении все прочие условия равными, можно попытаться исследовать влияние на ход кристаллизации магмы давления, роль которого ясна из PT -диаграммы (рис. 2), составленной по данным экспериментальных исследований ряда базальтовых систем.

В районе островов Малой Курильской гряды и п-ова Немуро щелочно-базальтоидная магма интродуцировала в еще недиагенизированные осадки верхнего мела, мощность которых не превышала 5 км (10), и ее кристаллизация в пластовых интрузивных залежах происходила на глубинах не более 4 км, о чем свидетельствует присутствие гальки щелочных базальтоидов в конгломератах верхних частей разрезов малокурильской свиты и группы Немуро. Если полагать, что плотность верхнемеловых осадков не превосходила $2,7 \text{ г/см}^3$, то на этих глубинах литостатическое давление не превышало 1 кбар и, таким образом, неудивительно, что в данном случае результатом кристаллизации щелочно-базальтоидной магмы явились трахидолериты и трахибазальты.

Верхний возрастной предел лампрофиров п-ова Камчатский Мыс проблематичен. Дайки вогезитов имеют интрузивные контакты с наиболее молодыми из поздне-меловых образований песчаниками верхнепикежской подсвиты, и не исключено, хотя и маловероятно, что интрузия щелочно-базальтоидной магмы имела место в тот момент геологической истории полуострова, когда здесь сформировались максимальные для кайнозоя мощности (около 8 км) вулканогенно-осадочных отложений, выделяемых (11) в столбовую серию. Однако и в этом случае давление нагрузки достигало, но не превосходило тех значений (около 2 кбар), при которых базальты становятся неустойчивыми. Следовательно, в общем случае можно полагать, что в создании давления, при котором кристаллизовалась щелочно-базальтоидная магма, принимали участие и негидростатические факторы. В их числе определенная роль могла принадлежать так называемому избыточному тектоническому давлению (12).

На графике (рис. 3), где по оси ординат отложена частота встречаемости (n) тех или иных значений углов падения пород (α), а на ось абсцисс спроектированы районы островной дуги, где эта частота определялась, видно, что чаще всего в олигоцен?-среднемиоценовых толщах внутренней зоны Курило-Камчатской островной дуги встречаются $\alpha \approx 20^\circ$. Точки на графике, отвечающие значениям $n(20^\circ)$, тяготеют к линии, субпараллельной оси абсцисс. Прочие значения $n(\alpha)$ распределены неравномерно. Для флангов дуги по сравнению с ее центром характерны меньшие значения $n(10^\circ)$ и большие $n(\alpha)$ при $\alpha \gtrsim 30^\circ$. Вместе с тем, для северного фланга дуги по сравнению с южным более типичны крутые углы падения пород (вплоть до опрокинутых залегающих), тогда как на южном фланге относительно чаще встречаются пологие залегающие олигоцен?-среднемиоценовых толщ. Аналогичная картина устанавливается и при рассмотрении более древних образований. Так, для верхнемеловых отложений п-ова Немуро и островов Малой Курильской гряды наиболее характерны $\alpha \approx 20^\circ$, а в разновозрастных образованиях п-ова Камчатский Мыс чаще встречаются $\alpha \approx 50$ и 60° и широко распространены опрокинутые залегания.

Интерпретируя подобные латеральные вариации $n(\alpha)$ как результат различной дислоцированности пород, можно прийти к заключению о закономерном возрастании степени пликативной дислоцированности кайнозойских образований от центра дуги к ее флангам. При этом степень пликативной дислоцированности верхнемеловых и кайнозойских пород на северном фланге дуги оказывается значительно боль-

щей, нежел, нежели на южном, что можно видеть и на приводимых на рис. 3 геологических разрезах.

Последний вывод представляется весьма существенным для обсуждения вопроса о роли избыточного тектонического давления. Различия флангов дуги по степени пликвативной дислоцированности развитых здесь геологических образований дополняются еще и различным характером дизъюнктивной тектоники. В южной части Курило-Камчатской дуги глубинный разлом между внешней и внутренней зонами — левосторонний сбросо-сдвиг (¹⁰), тогда как в северной — правосторонние перемещения по этому разлому сопровождались взбросовыми дислокациями. Последние устанавливаются здесь по широкому распространению взбросов и надвигов, крупнейшим из которых является надвиг Гречишкина (^{4, 11}).

Все это позволяет думать, что структуры южного и северного флангов Курило-Камчатской дуги формировались соответственно в условиях растяжения и сжатия, вносящих свой вклад в общее давление на заданных глубинах. Поскольку избыточное тектоническое давление могло достигать нескольких килобар (¹²), т.е. давлений, при которых базальты становятся неустойчивыми, то из изложенного выше следует, что тектоническая обстановка могла во многом способствовать определению путей кристаллизации не изливавшихся на поверхность базальтовых расплавов, а следовательно, и формированию гетероморфных интрузивных комплексов на флангах Курило-Камчатской островной дуги.

Сахалинский комплексный
научно-исследовательский институт
Дальневосточного научного центра Академии наук СССР,
Новоалександровск Сахалинской обл.

Поступило
7 XII 1979

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Э.Н. Казакова, К.Ф. Сергеев, М.И. Стрельцов, Изв. АН СССР, сер. геол. № 2 (1973).
² Б.К. Долматов, М.Ю. Хотин, Сов. геол., № 7 (1969). ³ Р.У. Иващенко, Э.Н. Казакова, М.И. Стрельцов, В сб.: Геология и магматизм северо-западного обрамления Тихого океана, Владивосток, 1979. ⁴ Геология СССР, Камчатка, Курильские и Командорские острова, т. 31, М., 1964. ⁵ Э.Н. Казакова, Ю.Л. Неверов и др., В сб.: Вopr. геологии Сахалина и Курильских островов, Владивосток, 1974. ⁶ Б.А. Мальков, Петрология дайковой серии щелочных габброидов Северного Тимана, Л., 1972. ⁷ Г.С. Йодер, мл., К.Э. Тилли, Происхождение базальтовых магм, М., 1965. ⁸ J.R. Holloway, C.W. Burnham, J. Petrol., v. 13, № 1 (1972). ⁹ Ю.С. Генштафт, Экспериментальные исследования в области глубинной минералогии и петрологии, М., 1977. ¹⁰ М.И. Стрельцов, Дислокации южной части Курильской островной дуги, М., 1976. ¹¹ М.Н. Шаниро, Тектоническое развитие восточного обрамления Камчатки, М., 1976. ¹² Р.У. Рутланд, В сб.: Природа метаморфизма, М., 1967. ¹³ Тектоника Евразии, М., 1966. ¹⁴ К.Ф. Сергеев, Тектоника Курильской островной системы, М., 1976.