

В. В. КЕПЕЖИНСКАС, член-корреспондент АН СССР и В. В. ЛУЧИЦКИЙ

О ПЕТРОХИМИИ КАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Область распространения кайнозойских вулканических пород во внутренних частях Азиатского материка вполне сопоставима по размерам с Восточно-Африканской континентальной вулканической провинцией. Петрохимические же особенности вулканических пород Центральной Азии изучены далеко не полно. Отправные данные о составе этих пород сосредоточены в известных работах (^{1, 5}), затрагивающих главным образом северную окраину Центрально-Азиатского вулканического региона. Между тем, сейчас появились новые материалы по кайнозойскому вулканизму областей, расположенных к югу от территории, изученной И. В. Беловым, и к западу от Мергэнских вулканов, описанных А. Н. Заварицким. Эти новые данные, полученные нами в процессе работ в Советско-Монгольской экспедиции, существенно расширяют сложившиеся к настоящему времени представления о щелочной кайнозойской провинции Восточной и Центральной Азии. Опираясь на статистические методы петрохимического анализа, существо которых изложено в (⁷), мы смогли выявить определенные особенности химизма кайнозойских вулканических пород в разных частях рассматриваемой территории и установить некоторые закономерности латеральных петрохимических изменений.

При петрохимическом сравнении различных вулканических ассоциаций щелочной и щелочноземельный ряды пород разделялись путем использования дискриминатора Ле Мэтра, выведенного им на основе 1174 анализов по 44 провинциям и позволяющего разделять любые по основности породы щелочной и щелочноземельной серий (¹¹). Сравнительный статистический анализ химизма проведен только для щелочных базальтов, так как эти породы господствуют среди кайнозойских вулканических полей и охарактеризованы достаточным числом анализов. При сравнении пород щелочного ряда к базальтам отнесены те из них, которые содержат менее 53% SiO₂. Следует также отметить, что по Прибайкалью привлекались породы только из покровов, из-за того что возраст субвулканических образований не всегда определяется достаточно строго.

В пределах Монгольской Народной Республики могут быть выделены три главные области распространения кайнозойских базальтов: 1) северо-западная (Хангайское нагорье, Прихубсугулье), 2) юго-западная (Монгольский и Гобийский Алтай) и 3) юго-восточная (Дариганга). Породы этих вулканических областей принадлежат к типичным представителям щелочной оливинбазальтовой серии (⁸), однако строение пород, петрографический и химический состав, а также разнообразие дифференциатов в различных областях неодинаковы.

Базальты северо-западной области образуют изолированные лавовые поля в озерных котловинах, долинах рек и на их водоразделах, а в целом приурочены к обширной системе Хангайских поднятий. Преобладают лимбургиты, анальцимовые, андезиновые базальты и трахибазальты. Примечательны биотитовые базальты с крупными до 1,5 см фенокристаллами этого минерала (плиоцен р. Чулуту) и санидиновые базальты (голоцен, Таряту; базальты Долины Озер), в которых мегакристаллы санидина достигают более 2 см в поперечнике. Местами (плейстоцен р. Ха-

Таблица 1

Средние составы кайнозойских базальтоидов Центрально-Азиатской щелочной провинции

Компонент	Регионы									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SiO ₂	48,34 2,2	48,39 1,80	45,28 2,11	48,83 3,80	47,09 2,89	45,30 1,36	46,23 0,88	48,63 0,81	47,51 1,66	46,58 0,95
TiO ₂	2,07 0,52	2,39 0,52	2,79 0,45	2,32 0,29	2,36 0,39	2,38 0,72	2,32 0,18	2,21 0,58	2,26 0,45	2,23 0,53
Al ₂ O ₃	15,38 1,17	14,78 1,74	11,84 1,57	13,75 0,92	14,87 1,22	14,51 0,68	15,01 0,51	17,42 0,37	16,42 1,73	16,46 1,28
Fe ₂ O ₃	3,48 1,55	6,08 1,76	6,13 2,78	4,02 2,70	3,62 0,67	6,67 3,56	3,39 2,60	4,28 6,53	5,32 2,58	4,88 2,62
FeO	} 7,46 } 1,74	} 4,64 } 1,54	2,21	2,03	0,92	1,36	1,45	3,55	2,86	2,47
Mn			0,18	0,13	0,18	0,12	0,15	0,08	0,15	0,36
MgO	7,30 1,41	6,72 3,53	10,03 1,77	7,79 1,66	7,32 1,77	7,54 0,93	8,67 0,45	6,50 1,27	6,06 1,54	7,33 1,59
CaO	7,71 1,01	7,36 1,20	9,10 0,80	8,16 2,56	8,88 1,26	8,80 0,54	8,81 0,39	7,99 0,68	7,50 1,06	8,44 0,43
Na ₂ O	3,26 1,09	4,17 1,42	3,35 1,08	3,27 0,41	3,49 0,52	2,79 0,67	2,68 0,80	2,90 0,36	4,13 1,05	2,86 1,24
K ₂ O	3,14 0,91	2,42 0,72	1,72 0,59	4,64 0,60	2,29 0,85	4,05 2,02	1,26 0,52	2,28 0,33	2,32 0,73	1,53 0,63
H ₂ O ⁺	0,88 0,76	1,53 0,78	1,01 0,41	0,64 0,50	1,53 0,87	2,58 0,48	1,36 0,85	0,28 0,29	1,18 0,93	1,23 0,68
Число анализов	23	7	10	9	12	4	8	4	28	19

Примечание. Над чертой — содержание главных породообразующих окислов (%), под чертой — стандартные отклонения. I — Северо-Западная Монголия: Хангайское нагорье, Прихубсугулье (*, *); II — Юго-Западная Монголия: Монгольский и Гобийский Алтай, Мандал-Гоби, Далан-Дадагад (*, *, *); III — Юго-Западная Монголия: Дариганга (*, *); IV — Северная Маньчжурия: Мергань (Нунцзян) (?); V — Северный Китай (?); VI — Кунь-Лунь и Северо-Западный Тибет (?); VII — Восточный Саян (?); VIII — Тува (*, *); IX — р. Джида (?); X — р. Иркут (?).

нуй-гол) широко распространены трахитовые андезито-базальты. Часты пемзовые и плаковые породы, получившие название спумолитов и шихлунитовых лав на смежных территориях Прибайкалья и Маньчжурии (1, 5).

Главные минеральные парагенезы этих пород: оливин — титанавгит — средний плагиоклаз — анальдим; оливин — титанавгит — плагиоклаз — биотит; оливин — титанавгит — плагиоклаз — санидин. Постоянно отмечаются магнетит, ильменит, апатит и стекло, содержание которого возрастает до 60—80%. Все породы принадлежат щелочному ряду, но отличаются практически неизменным содержанием щелочей, в частности K₂O, вследствие чего более кислые дифференциаты щелочных базальтов Хангая оказываются менее щелочными, чем основные породы. Содержание SiO₂ колеблется от 45 до 53% в базальтах и не превышает 56% в трахитовых андезито-базальтах. Особенности химизма хангайских базальтоидов указывают на принадлежность их к относительно высокоглиноземистой калиевой серии щелочных оливиновых базальтов (табл. 1, I).

Базальты юго-западной области спорадически встречаются в пределах широкой полосы вдоль северных склонов Гобийского и южных Монгольского Алтая (р. Ку-Иртыс, Барун-Хурайская котловина). В вер-

ховых рек Чулуту и Орхон они смыкаются с областью распространения хангайских базальтов. Здесь имеются лимбургиты, авгититы, анальцимовые базальты, андезиновые базальты типа гавайитов, санидиновые базальты, лейцитовые базальты, трахибазальты и трахиандезиты. Для базальтоидов характерны минеральные парагенезы: оливин — титанавгит — плагиоклаз — калиевый полевой шпат — анальцим; оливин — титанавгит — эгириनावгит — плагиоклаз — калиевый полевой шпат; оливин — титанавгит — лейцит. Непременно присутствует стекло, рудные минералы, апатит; плагиоклаз обычно представлен андезином, реже олигоклазом. В трахиандезитах встречаются титанавгит, биотит, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, анальцим. Таким образом, это дифференцированная серия пород с господствующими щелочными базальтоидами. Петрохимические черты ее отвечают промежуточному положению между натровой и калиевой ветвями щелочных базальтов (табл. 1, II).

Базальты юго-восточной области, в отличие от других кайнозойских базальтов Монголии, образуют сплошной лавовый чехол площадью до 10 000 км², приуроченный к нагорью или плато, приподнятому над окружающей равниной. Комплекс щелочных базальтоидов плато с насаженными на него многочисленными вулканическими конусами образован шкритовыми базальтами, лимбургитами, анальцимовыми, андезиновыми и олигоклазовыми базальтами, трахибазальтами. В породах присутствуют оливин, титанавгит, гиперстен, плагиоклаз (андезин до олигоклаза), аноклаз, анальцим, шпинель. Особенности химизма показывают, что это недифференцированная низкоглиноземистая и слабо насыщенная кремнеземом серия щелочных оливиновых базальтов ярко выраженного натрового типа (табл. 1, III).

Сравнение рассмотренных базальтовых ассоциаций на основе статистического петрохимического анализа щелочных базальтовых групп пород показывает, что по особенностям химизма щелочные базальтоиды Хангая и Юго-Западной Монголии близки и различаются с 95% -й вероятностью только средними содержаниями FeO. Щелочной оливинбазальтовый комплекс плато Дариганга резко отличается от них высокими средними содержаниями TiO₂, Fe₂O₃, MgO, CaO и пониженными SiO₂, Al₂O₃, K₂O и ΣK₂O, Na₂O.

Установленные различия позволяют выделить две петрохимические провинции в кайнозой МНР: с калиевой специализацией в Центральной Монголии и натровой на Дариганге.

Сопоставление этих ассоциаций с базальтовыми сериями Северной Маньчжурии (Мергэнь), Северного Китая (Долоной-нор, Ханур, Вей-Чан), Северо-Западного Тибета и Кунь-Луня, Восточного Саяна (реки Арлыкгол, Гарлык-Дабан, Боксон, Большой Шаблык, г. Урундучи), бассейнов рек Иркут (система Тункинских впадин) и Джиды (Джидинская впадина), а также Тувы приводит к выводу, что кайнозойские щелочные базальты в различных регионах Центральной Азии изменчивы по петрохимическим особенностям. Наименее насыщены кремнеземом базальты Дариганги, Восточного Саяна и р. Иркут. Одновременно они характеризуются наиболее низкими средними содержаниями суммы щелочей. Базальтоиды провинции Мергэнь, наоборот, отличаются от всех других базальтов Центральной Азии высоким содержанием щелочей.

В пределах Центральной Азии, так же как и на территории МНР, выделяется две ветви щелочных базальтоидов: с натровой и с калиевой специализацией. К наиболее ярким представителям пород, принадлежащих натровым сериям, относятся щелочные базальтоиды р. Джиды, среднее содержание Na₂O в которых выше, чем во всех других базальтоидах рассматриваемой территории. Особенно типичны для калиевых щелочных базальтовых серий базальты Мергэня; в них средние содержания K₂O выше, чем во всех других базальтоидах. К натровым базальтам р. Джиды близки базальты Гобийского и Монгольского Алтая МНР, однако сущест-

вание большой дисперсии и малый объем выборки затрудняют проведение строгих аналогий. Натровая тенденция свойственна также базальтам Дариганги и Северного Китая. К типичным калиевым сериям принадлежат базальтысиды Хангая, в которых среднее содержание K_2O высокое и с вероятностью $>95\%$ отличается от среднего содержания K_2O во всех других базальтах Центральной Азии, кроме Мергэньских лав.

Щелочные базальты Дариганги являются наиболее низкоглиноземистыми и высокомагнезиальными в Центральной Азии. Другие базальтовые группы не различаются по средним содержаниям Al_2O_3 и MgO . Впрочем, в базальтах Восточного Саяна среднее содержание MgO приближается к лавам Дариганги, хотя все же значительно отличается от них. Наиболее высокие содержания CaO характерны для лав Дариганги, Восточного Саяна, р. Иркут и Северного Китая.

В целом химизм щелочных базальтоидных ассоциаций Центральной Азии испытывает значительные колебания в пространстве. Наибольшим своеобразием отличаются низкоглиноземистые натровые базальтоиды Дариганги. Намечается общая тенденция к увеличению щелочности и возрастанию роли калия с удалением от Сибирской платформы в глубь Азиатского материка: от наименее щелочных базальтовых серий Восточного Саяна и натровых щелочных серий р. Джиды к высоко щелочным преимущественно калиевым базальтовым ассоциациям Мергэня, Хангая и Тибета. В этом примерно направлении возрастает разнообразие состава базальтовых ассоциаций, вследствие чего недифференцированные серии Восточного Саяна, Джиды и Дариганги сменяются дифференцированными рядами пород Монгольского и Гобийского Алтая, Тибета и Кунь-Луня. Показательно существование натровых базальтоидов, сопоставимых по химизму с океаническими, среди континентальных серий в центре материка. Широкие латеральные вариации химизма щелочных базальтов указывают на вероятную горизонтальную неоднородность верхней мантии, за счет которой питались, по-видимому, кайнозойские базальтовые вулканы Центральной Азии.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
11 X 1971

Совместная Советско-Монгольская
геологическая экспедиция
Академии наук СССР

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. В. Белов, Трахибазальтовая формация Прибайкалья, Изд. АН СССР, 1963.
² В. И. Влодавец, Ксенолиты и гомогенные включения, материалы симпозиума, 1967. ³ Г. М. Гапеева, Вопросы геологии Азии, 2, Изд. АН СССР, 1955. ⁴ В. П. Еремеев, Вулканизм Камчатки и некоторых других районов СССР, Изд. АН СССР, 1963. ⁵ А. Н. Заварицкий, В сборн. Академику В. А. Обручеву к пятидесятилетию научной и педагогической деятельности, 2, Изд. АН СССР, 1939, стр. 9. ⁶ Н. С. Зайцев, В. В. Сагина, ДАН, 118, № 1 (1958). ⁷ В. В. Кепежискас, Верхнепалеозойский вулканизм Токрауского синклинория (Центральный Казахстан), «Наука», 1969. ⁸ В. В. Кепежискас, Е. В. Девяткин, Ассоциации вулканогенных пород МНР, их состав и стратиграфическое положение, Тр. совместной Советско-Монгольской н.-п. геол. экспедиции, 1972. ⁹ Т. М. Окнова, Тр. Монгольской Комиссии АН СССР, № 37, в. 2 (1940). ¹⁰ Э. А. Северов, Э. И. Тихомирова, ДАН, 127, № 1 (1959). ¹¹ R. W. Le Maitre, J. Petrol., 9, № 2 (1968).