

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД БАТАНАЮЛЬСКОГО МАССИВА

А. А. МИТЯКИН

(Представлена научным семинаром кафедры петрографии)

Батанаюльский массив щелочных пород расположен в северной части Кузнецкого Алатау по ключу Батанаюл, левому притоку среднего течения р. Урюп. Общая площадь выхода массива на дневную поверхность составляет около  $5,5 \text{ км}^2$  при максимальных размерах в поперечнике  $1,2 \text{ км}$  и по простиранию  $5 \text{ км}$ .

Геологическая позиция района, включающего данную площадь, определяется его положением в пределах краевой девонской ступени Кузнецкого Алатау, граничащей на севере с Чулымо-Енисейской впадиной. В сложении района принимают участие верхнепротерозойские и нижнепалеозойские отложения, перекрытые мощной осадочно-вулканогенной толщей нижнего и среднего девона. Все эти толщи прорваны большим количеством интрузивных массивов щелочных нефелинсодержащих пород.

Нефелиновые породы Батанаюльского массива впервые были обнаружены в виде берешитов М. М. Груниным и К. В. Ивановым при геологосъемочных работах в 1940 г. В дальнейшем он посещался М. В. Ворошиловым (1957) и Ю. Д. Скобелевым (1959). Однако до последнего времени массив был изучен слабо. Берешиты считались составной частью девонской осадочно-эффузивной толщи. При петрографической характеристике отмечались только берешиты и нефелиниты.

В результате полевых исследований, проведенных автором в 1965 г., установлено большое разнообразие пород, принимающих участие в сложении массива. Наиболее ранними характерными образованиями, если не считать немногочисленные тела диабазов и долеритов, возникших первыми и по составу почти точно отвечающих средним типам таких пород по Дели, являются берешиты. Особенность их минералогического состава состоит в парагенезисе диопсида, основного плагиоклаза № 70 и нефелина, составляющего от общей массы породы в среднем

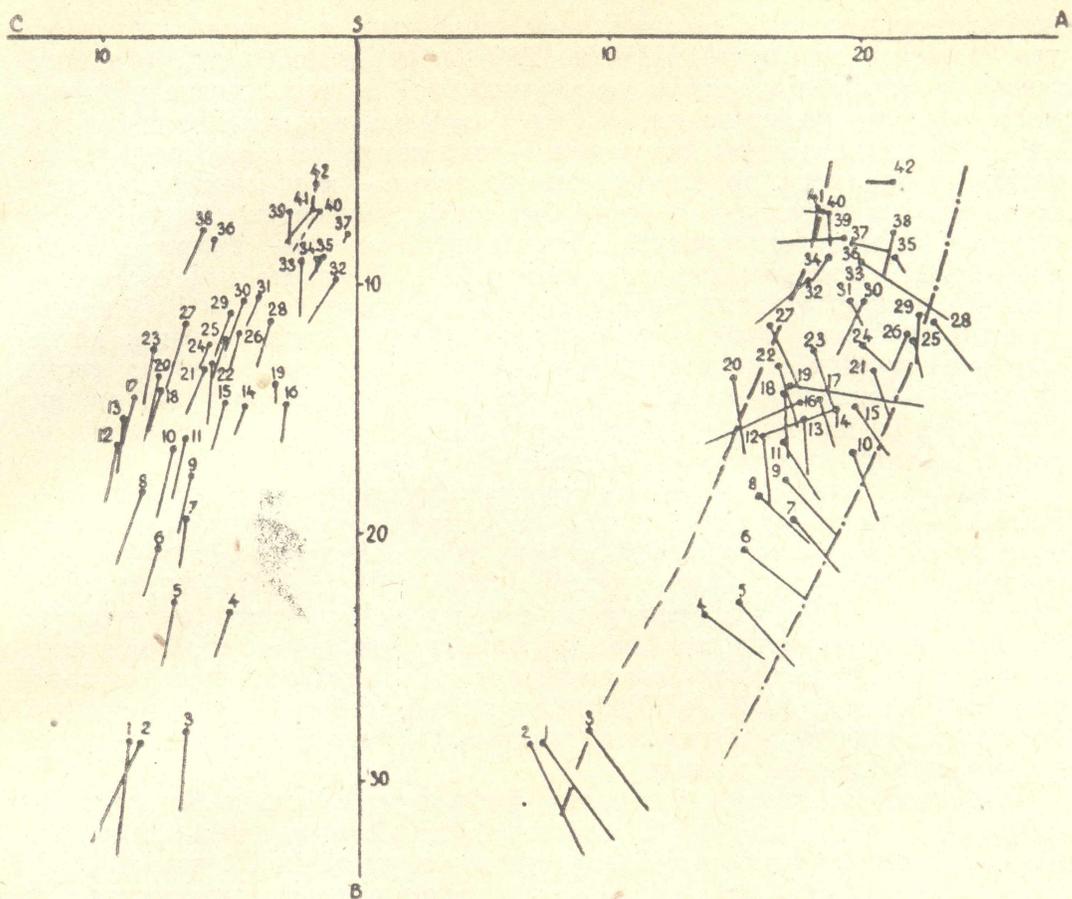


Рис. 1. Вариационная диаграмма петрохимического состава пород Батанаевского массива по А. Н. Заварицкому

около 50%. По валовому химическому составу берешиты тяготеют к ба-накитам. Отличие их от последних заключается в большем значении величины «С»—6,90 против 3,90, а также и «Q»—23,70. На рис. 1 видно, что точки химсоставов, отвечающих берешитам, имеют значительный разброс. Последний вызван зональным строением силла берешитов, наблюдающимся в направлении от подошвы к кровле и возникшим в результате гравитационной дифференциации на месте. Точка химсостава № 13 из зоны закалки у подошвы силла берешитов наиболее близко соответствует первичному составу магмы, так как благодаря быстрому остыванию — основная масса стекловатая — гравитационная дифференциация здесь не могла повлиять на состав породы.

Выше зоны закалки берешиты обогащены вкрапленниками пироксена в основной тонкозернистой массе. Благодаря обогащению феррическими компонентами точки химсоставов этих берешитов — № 5, 6, 7, 8 — расположены соответственно ниже и левее точки 13. В кровле силла благодаря оседанию феррических компонентов берешиты оказались обогащенными лейкократовыми компонентами — точки химсоставов № 17, 20, расположенные левее и выше точки № 13.

Анализы под № 15, 24, 25, 26 и 29 взяты из берешитов, подвергшихся процессу калишпатизации при становлении калишпатовых безнефелиновых сиенитов. Воздействие сиенитов на берешиты проявилось в раскислении плагиоклаза до альбита, разложении темноцветных минералов с последующим замещением альбита калишпатом. На участках, близко прилегающих к сиенитам, берешиты подверглись полной

перекристаллизации с образованием щелочных лейкократовых сиенитов. Валовый химсостав частично измененных вышеупомянутых берешитов показывает значительное уменьшение в их составе железа и кальция и увеличение калия, натрия и кремния, что находит свое отражение на вариационной диаграмме — если неизменные берешиты тяготеют к банакиту, то калишпатизированные — к умптекиту. Особенности минералогического состава берешитов заключается в отсутствии оливина, вместо него присутствует высококальциевый диопсид, содержание СаО в котором достигает свыше 20%. Пересчет химанализа берешитов на нормативный минералогический состав дает до 10% нормативного оливина. Такое несоответствие между нормативным и истинным минералогическим составом объясняется пересыщенностью магмы кальцием. Усредненный химсостав берешитов показывает содержание СаО почти на два процента, превышающее содержание последнего в породах, близких по составу, — банакитах.

Породы, минералогически охарактеризованные как тералиты-порфириты — химанализы № 5 и 20 — по химсоставу близки соответственно к латиту и банакиту. От последних они отличаются повышенным значением «С» — 6,50—7,80 вместо 3,90—4,10 и «Q» — 10,60—22,70 вместо +1,10—11,90. По сравнению с усредненным составом тералита по Дели они обнаруживают весьма близкие числовые характеристики, за исключением величины «в», значение которой в описываемых породах колеблется от 13,80 до 17,80 вместо 29,60 в тералитах по Дели, т. е. эти породы являются более лейкократовыми разностями, приближаясь по составу к трахибазальтам.

Образовавшиеся после тералит-порфиритов нефелиновые монциониты и нефелиновые сиениты по составу близки соответственно к щелочно-земельному роговообманковому сиениту и умптекиту. Отличие обеих этих разновидностей от средних типов пород аналогичного состава по Дели состоит в большем значении «С», «Q», а также «n». Если у монционитов «С» равна 6,70, «Q» — 9,20, а «n» 75,50, то у пород близкого состава по Дели «С» равна 3,20, «Q» — +7,00 и «n» — 48,20. Примерно такие же соотношения выдерживаются и у нефелиновых сиенитов. Щелочноземельные роговообманковые сиениты имеют состав, колеблющийся от кератофира до банакита. Отличие их состава от состава последних, как и в предыдущих разностях, состоит в большем значении «С», «Q», и «n». Наконец, щелочные лейкократовые безнефелиновые сиениты, среди которых имеются кварцсодержащие разности, по составу очень близки соответственно к лаурвикиту или кератодиру и нордмаркиту.

В целом для массива характерно изменение химсостава пород от ранних продуктов дифференциации к поздним в сторону уменьшения содержания окиси кальция, железа, магния, увеличения содержания кремнекислоты, что отражено на вариационной диаграмме, а также повышения роли щелочей кальция с одновременным уменьшением содержания щелочи натрия. Последнее подтверждается фактом образования в последнюю стадию дифференциации мономинеральных калишпатовых сиенитов. Однако в процентном отношении увеличение содержания  $K_2O$  выражено слабее.

Так, если в берешитах среднее содержание  $K_2O$  равно 1,98% (среднее из 16 анализов), в безнефелиновых щелочных сиенитах 2,69%, максимальное содержание  $K_2O$  в указанных сиенитах достигает 5,5%. Однако эти цифры не отражают первичного содержания щелочей калия в сиенитах, так как последние в значительной степени изменены постмагматическими процессами, в результате которых калишпат в большинстве своем подвергся процессу альбитизации, о чем говорят данные химанализов. Так, в отдельных пробах калиевых ще-

лочных сиенитов содержание  $\text{K}_2\text{O}$  составляет всего лишь 0,10—0,30%, хотя образцы были взяты из мономинеральных калишпатовых пород.

Учитывая, что становление массива происходило в приповерхностных условиях, где благодаря быстрому остыванию исключалась возможность сколько-нибудь заметного взаимодействия магмы с вмещающими породами, за исключением потери ею летучих, а также взаимодействия поздних порций магмы на ранние продукты дифференциации, можно заключить, что состав пород последовательных стадий дифференциации близко соответствует составу отдельных порций магмы, поступивших из более глубоких горизонтов. На основании вышесказанного и с учетом распространенности той или иной разновидности породы, принимающей участие в сложении массива, вычислен усредненный химсостав для всего массива, который дает представление о составе магмы, давшей разнообразие пород массива в результате последовательной дифференциации (табл. 1).

Как видно из сравнительной таблицы, средний состав для массива близок к составу трахиандезита по Дели, отличие первого состоит в меньшем содержании кремния, большем — окиси алюминия, летучих и окиси кальция. На вариационной диаграмме, по А. Н. Заварицкому, точки химсоставов лежат близко друг к другу. Являлась ли магма, давшая разнообразие пород массива, самостоятельной и чем вызвано обеднение ее кремнекислотой с одновременным обогащением окисью алюминия, летучими и окисью кальция? При ответе на первый вопрос щелочные породы района нельзя рассматривать в отрыве от широко распространенных эффузивных образований этого же района. Среди последних распространены разновидности, начиная от оливиновых базальтов через переходные щелочные разновидности, включая нефелиновые и кончая трахитами (рис. 2).

При проведении площадной геологической съемки района масштаба 1 : 5000 была подмечена периодичность в смене эффузивных толщ, причем в каждой такой толще в основании залегают щелочные разновидности — трахиандезиты, трахидолериты, фонолиты и др., а в верхах — основные, в основном оливиновые, базальты. Из этого можно заключить, что при каждой вспышке магматической деятельности щелочные дифференциаты магмы, расположенные в верхней части магматического очага, первыми изливались на поверхность, тогда как в конце вспышки в жерла вулканов поступал материал из более глубоких горизонтов, а потому более основной — в виде оливинового базальта.

Если учесть также структурные особенности оливиновых базальтов, оливин и пироксен в них находятся в виде фенкристов, составляя от общей массы породы до 40%, то можно сделать вывод, что оливиновые базальты, а также все щелочные разновидности эффузивов — фонолиты, тефриты и др. — являются продуктами дифференциации единой магмы основного состава. Эффузивные образования по своему структурному и геологическому положению, по минеральному составу и содержанию редких элементов являются комагматичными с интрузивными породами и последние являются корнями широко проявившейся магматической деятельности в девонское время.

При сравнении вариационных диаграмм эффузивных и интрузивных образований видно, что у второй отсутствует нижняя часть диаграммы, соответствующая оливиновым базальтам, тогда как верхняя часть диаграммы поднимается выше, т. е. магма, давшая разнообразие пород массива, по своему составу в значительной степени щелочная была производной магмы основного состава, так же как были производными порции магмы, давшие щелочные разновидности эффузивов. Наличие более дробных продуктов дифференциации среди пород массива, отвечающих верхней части диаграммы, объяснено тем, что становление

Таблица 1

Наименование пород	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Средний состав для массива	51,00	0,79	20,00	5,73	2,66	4,96	1,34	0,16	2,45	5,95	0,57	1,51	3,27
Трахиандезит по Дели	57,84	1,11	17,24	3,97	3,18	4,20	1,25	0,05	3,62	5,67	0,57		1,30

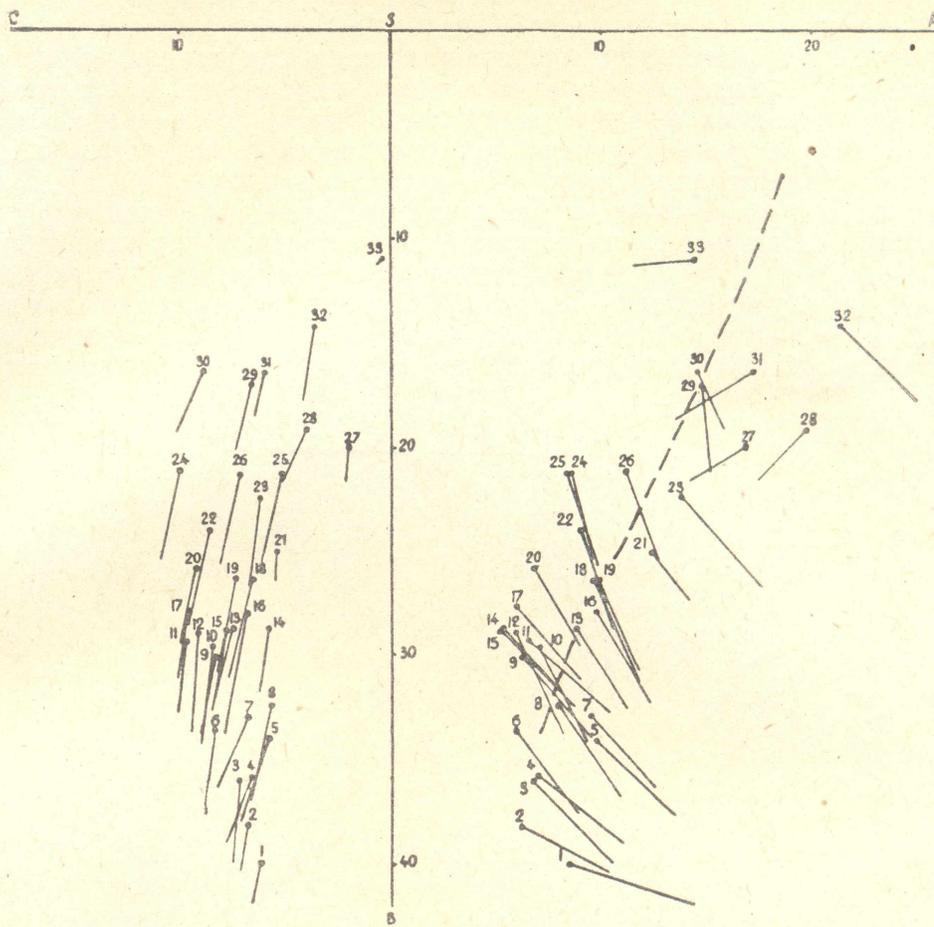


Рис. 2. Вариационная диаграмма петрохимического состава эффузивов бассейна р. Урюп по А. Н. Заварицкому

массива происходило в заключительную стадию магматической деятельности в более спокойной тектонической обстановке. Таким образом, магма примерно трахиандезитового состава, давшая разнообразие пород массива, являлась, по-видимому, производной от магмы более основного базальтового состава как продукт кристаллизационной дифференциации.

Как было отмечено выше, особенностью усредненного химсостава пород массива является пониженное содержание кремнекислоты, повышенное —  $A_2O_3$ , летучих, а также  $CaO$ . Последняя особенность в процентном отношении выражена слабо — содержание  $CaO$  в среднем химсоставе пород массива выше его содержания в трахиандезите на 0,76% (табл. 1). О пересыщенности магмы окисью кальция лучше судить по особенностям минералогического состава. Так, в берешитах, несмотря на большую недосыщенность кремнекислотой, отсутствует оливин, вместо него образуется высококальциевый пироксен диопсидового ряда с содержанием  $CaO$  свыше 20%. В этих же породах при высокой щелочности содержится плагиоклаз № 70. Процентное содержание  $CaO$  в этих породах почти на 2% выше его содержания в породах аналогичного состава по Дели. О пересыщенности окисью кальция свидетельствует также высокое его содержание в нефелине — свыше 8%, а также пересыщенность всех пород свободным карбонатом.

Учитывая перечисленные особенности минералогического состава, а также довольно высокое содержание  $CO_2$  для приповерхностных усло-

вий становления массива, когда большая часть летучих была потеряна, а также заниженное содержание  $\text{SiO}_2$  в усредненном химсоставе массива. Можно предполагать, что первичная магма подверглась десиликации в процессе взаимодействия с вмещающими породами и, в частности, с карбонатными. Этот вывод подтверждают также особенности минералогического состава эффузивов. Так, в оливиновых базальтах высокой основности, в которых величина «В» достигает значения 40 единиц, оливина обычно присутствует незначительное количество, основную массу из темноцветных минералов составляет моноклинный пироксен, образованию которого способствовало обилие  $\text{CaO}$ . О пересыщенности магмы  $\text{CaO}$  свидетельствует также факт высокой основности плагиоклаза в базальтах — его номер редко бывает ниже № 80 и даже в нефелиновых базальтах, содержащих нефелина до 25%, присутствует плагиоклаз № 80.

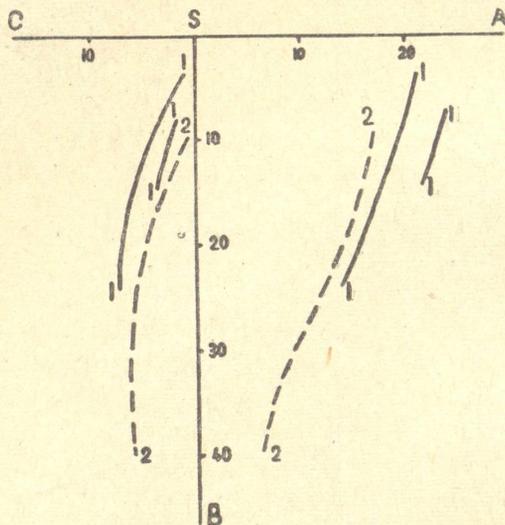


Рис. 3. Сравнительная характеристика вариационных диаграмм химсоставов щелочных пород Батанаульского массива (1—1) и эффузивов бассейна р. Урюп (2—2)

Таким образом, на основании анализа минералогического и химического состава пород массива и их сравнения по этим признакам с эффузивными образованиями можно сделать вывод, что на генезис щелочных пород оказали существенное влияние два фактора:

1. Кристаллизационная дифференциация, в результате которой происходит разделение магмы на более основную, соответствующую по составу оливиновым базальтам, и более щелочную трахиандезитового состава.

2. Взаимодействие первичной магмы с вмещающими породами и, в частности, с карбонатными. Усвоение магмой некоторого количества карбоната привело, во-первых, к десиликации ее, а во-вторых, благодаря пересыщенности  $\text{CaO}$  было возможным образование высококальциевого моноклинного пироксена вместо оливина, что дополнительно способствовало образованию недосыщенности щелочного минерала — нефелина.

В процессе магматической дифференциации немаловажную роль играли, видимо, также и летучие, содержание которых в породах массива, несмотря на приповерхностные условия их становления, довольно высокое:  $\text{CO}_2$ —1,5%,  $\text{H}_2\text{O}$ —3,27%. Высокое содержание летучих способствовало отделению магмы, обогащенной щелочами и окисью алюминия, благодаря возможности образования последними при присоединении летучих легкоподвижных соединений, концентрировавшихся в благоприятных для этого участках магматического очага.