

К ВОПРОСУ ПЕТРОГРАФИИ БАТАНАЮЛЬСКОГО МАССИВА ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД

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 реки Урюп. В административном отношении площадь массива входит в Тисульский район Кемеровской области.

Геологическая позиция района, включающего рассматриваемую площадь, обусловлена его положением в пределах Назаровской краевой девонской ступени Кузнецкого Алатау, сформировавшейся в северной части Восточно-Мартайгинского срединного массива, сложенного верхнепротерозойскими и нижнепалеозойскими отложениями. Последние перекрыты осадочно-вулканогенной толщей нижнего и среднего девона, прорванной большим количеством интрузивных тел щелочных и основных пород.

Впервые нефелиновые породы массива в виде берешитов были обнаружены М. М. Груниным и К. В. Ивановым при проведении геологосъемочных работ в 1940 году. В дальнейшем массив посещался М. В. Ворошиловым (1957) и Ю. Д. Скобелевым (1959). До недавнего времени всеми исследователями, включая вышеназванных, берешиты считались составной частью девонской осадочно-эффузивной толщи участка. В составе тел берешитов при этом выделялись кроме берешитов, и нефелиниты. В последние годы геологами Горячегорской партии (В. Н. Корягиным и В. Г. Михалевым) было высказано мнение об интрузивном характере берешитов, залегающих в виде силлов. Полевые наблюдения автора, проведенные летом 1965 года, полностью подтверждают это мнение. В доказательство можно привести следующие факты:

1. Берешиты имеют четкий интрузивный контакт с породами вмещающей эффузивной толщи. Последние несут четкие следы метаморфизма, проявившегося в интенсивной карбонатизации, развитии сульфидов железа. Плагноклазы, присутствующие в порфириновых выделениях, полностью замещены серицитом, тогда как при удалении от контакта на 10—15 м они выглядят совершенно свежими.

2. На контакте с берешитами в эффузивах наибольшее развитие имеет система трещин, имеющих те же элементы залегания, что и тело берешитов, слабо выраженных в удалении от контакта. Это позволяет сделать вывод, что данные трещины возникли в процессе интрузии, результатом которой явилось образование названного тела.

3. Об интрузивном характере берешитов свидетельствует также внутреннее строение силла. На границе с эффузивами наблюдается ма-

ломощная закаленная зона. Порода здесь имеет четкую порфиновую структуру с вкрапленниками нефелина. Основная масса лилово-серая, стекловатая. Наблюдается большое количество миндалин размером до 6—7 мм, выполненных карбонатом, часто хлоритом. В центре тела порода раскристаллизована значительно полнее — вместе с нефелином во вкрапленниках появляется пироксен, плагиоклаз. Основная мелкозернистая масса слагается плагиоклазом и пироксеном.

Общая площадь выхода массива составляет около 5,5 км² при максимальных размерах в поперечнике 1,2 км и по простиранию 5 км.

При полевых работах на основании изучения магматических контактов между разностями пород, слагающих массив, установлено семь последовательных фаз внедрения, в результате которых сформировались последовательно лабрадорный берешит — андезиновый берешит — тералит — порфирит — нефелиновый монзонит — нефелиновый сиенит — известково-щелочной и щелочной сиениты — дайки диабазов. Наиболее крупные тела в виде силлов и штоков образуют лабрадорные берешиты, нефелиновые монзониты и нефелиновые сиениты. Остальные разности представлены небольшими телами в форме даек с максимальной мощностью 10—15 м. Для всех пород массива, формировавшихся в приповерхностных условиях, характерна четкая порфировая структура.

Лабрадорные берешиты составляют около 70% от площади выхода массива. Они слагают тело в форме силла с азимутом падения 340°, углом падения 35°.

Макроскопически данные породы, взятые из центральной части тела, обладают порфировой структурой. На фоне темно-серой основной массы видны выделения нефелина с размером зерен 5—8 мм, имеющих в поперечном сечении обычно квадратную форму, в количестве 55% от общего объема породы. Кроме нефелина, во вкрапленниках присутствуют таблитчатые зерна плагиоклаза размером до 7—8 мм в количестве 10% и пироксен в виде призматических зерен такого же размера до 16% от массы породы.

Под микроскопом можно видеть, что выделения нефелина часто представлены гломеропорфирами, состоящими из нескольких зерен. Нефелин при этом полностью замещен канкринитом светло-желтого цвета с константами $N_o = 1,528$, $N_e = 1,510$, $N_o - N_e = 0,018$. Развивается также цеолит по тонким ветвящимся жилкам, образующим дендритовидный узор. Пироксен светло-зеленого цвета со слабым плеохроизмом в зеленых тонах. Образует удлиненно-призматические зерна с восьмиугольным поперечным сечением с оптическими константами: $CN_g = 40^\circ$; $2V = 54^\circ$; $Ng = 1,723 \pm 0,003$; $N_p = 1,694 \pm 0,003$; $Ng - N_p = 0,029$, что соответствует диопсид-салиту с содержанием около 7% $FeO + Fe_2O_3$ (по У. А. Диру, 1965).

Плагиоклаз, представленный удлиненными таблитчатыми зернами с широкими полисинтетическими двойниками, по составу отвечает лабрадору № 70. Частично замещен серицитом. Основная масса породы сложена в большей своей части тонкозернистым агрегатом вторичных минералов — хлоритом и гидроокислами железа, среди которых видны мелкие игольчатые зерна плагиоклаза и пироксена со средним размером 0,2 мм.

Из аксессуарных минералов в виде мелких изометричной формы зерен наблюдается магнетит, ассоциирующий обычно с пироксеном, и апатит, представленный правильными гексагональными призмами. В сумме оба минерала составляют около 4% от объема породы. Судя по взаимоотношению минералов-вкрапленников, выделение шло последовательно, начиная с нефелина, затем пироксена и плагиоклаза.

В восточной части участка в теле лабрадорных берешитов наблюдается дайкообразное тело андезиновых берешитов мощностью 12 м, имею-

шее такие же элементы залегания, что и основное тело. Андезиновые бершиты возникли в результате второй фазы внедрения. С первой разновидностью они имеют четкий магматический контакт с зоной закалки. Основная масса породы в приконтактовой части представляет полуразложенное стекло красно-бурого цвета при параллельных николях.

В центральной части тела данные породы четко порфировой структуры, в выделениях нефелин с размером зерен до 2 см, составляющий от общей массы 30%, и плагиоклаз в виде зерен таблитчатой формы в количестве 20% от объема породы, с таким же размером зерен.

Микроскопическое изучение показывает, что нефелин, как и в породах первой разновидности, полностью замещен канкринитом и цеолитом. Плагиоклаз с полисинтетическим двойниковым строением в небольшой степени замещен серицитом. По составу отвечает андезину № 48. Основная масса породы тонко раскристаллизованная, забита хлоритом, в котором видны ЛЕЙСТЫ плагиоклаза размером 0,8—1,2 мм, зерна пироксена величиной до 3 мм в количестве 10—15% и мелкие зерна нефелина, замещенные канкринитом. Пироксен бледно-зеленого цвета со слабым плеохроизмом имеет оптические константы: $CNg = 40^\circ$; $2V = 58^\circ$; $Ng = 1,717 \pm 0,003$; $Np = 1,689 \pm 0,003$; $Ng-Np = 0,028$, что соответствует диопсид-салиту с содержанием около 6% $FeO + Fe_2O_3$ (по У. А. Диру, 1965). Из аксессуарных присутствует магнетит и апатит. Из взаимоотношений минералов в породе можно заключить, что кристаллизация ее началась примерно одновременно с нефелина и плагиоклаза. Выделение пироксена началось позже, он присутствует только в основной массе.

Продуктом следующей, третьей фазы внедрения, являются тералит-порфиры. Они образуют довольно многочисленные мелкие тела в форме даек мощностью от 2—3 до 10 м. Простираение даек субширотное и субмеридиональное. По внешнему облику порода очень сходна с лабрадоровым порфиритом — темно-серая порфировой структуры, в выделениях удлиненно-таблитчатые зерна плагиоклаза размером по длинной оси до 2 см, от объема породы составляющее около 35%. Таблицы плагиоклаза имеют линейную и плоскостную ориентировку, согласную с ориентировкой контактов дайки с боковыми породами. Плагиоклаз с полисинтетическим двойниковым строением, неровными извилистыми очертаниями по составу отвечает андезину № 48, часто имеет зональное строение. Частично замещен серицитом и карбонатом. Основная масса породы мелкозернистая, состав ее следующий: нефелина 35%, пироксена 30%, плагиоклаза 30%.

Нефелин представлен хорошо образованными удлиненно-призматическими зернами с правильным шестиугольным поперечным сечением, полностью замещенными минералом группы канкринита, образующим чешуйчатые агрегаты медово-желтого цвета с оптическими константами: $No = 1,541 \pm 0,002$; $Ne = 1,531 \pm 0,002$; $No-Ne = 0,010$. Повышенное преломление минерала и пониженное двупреломление по сравнению с обычным канкринитом объясняется повышенным содержанием калия в его составе (Винчелл, 1953).

Пироксен бледно-зеленого цвета в виде удлиненных призм размером 1,5—2,0 мм со слабым плеохроизмом от светло-зеленого по Ng до желтовато-зеленого по Np. $CNg = 40^\circ$; $2V = 58^\circ$; $Ng = 1,718 \pm 0,003$; $Np = 1,690 \pm 0,003$; $Ng-Np = 0,028$, что соответствует диопсид-салиту с содержанием около 6% $FeO + Fe_2O_3$.

Плагиоклаз основной массы образует игольчатые кристаллы с простым и полисинтетическим двойниковым строением, ориентировка зерен произвольная. Из вторичных минералов развивается в небольшом количестве по зернам пироксена актинолит, присутствует также хлорит, образующий иногда небольшие скопления в виде миндалин, и карбонат. Из аксессуарных минералов магнетит и апатит в количестве 2—3%.

В четвертую фазу внедрения образуются породы, в которых из полевых шпатов преобладающим является калишпат, который в трех вышеперечисленных разностях отсутствовал. Эти породы слагают тело, контактирующее на западе с лабрадоровыми порфиритами и имеющее примерно такие же элементы залегания. Площадь выхода на дневную поверхность составляет около $1,5 \text{ км}^2$. По минералогическому составу они занимают примерно среднее положение между нефелиновыми сиенитами и нефелиновыми монцонитами, но из-за довольно высокого номера плагиоклаза (№ 45) их, видимо, правильнее будет относить к нефелиновым монцонитам. Состав породы следующий: калиевого шпата—45%, плагиоклаза—25%, пироксена—13%, нефелина—10%, акцессорных минералов—2%.

Внешне порода порфировой структуры, в выделениях присутствует калиевый шпат с размером зерен до 6 см, от объема породы составляющий 30%, и нефелин в виде призм с квадратным поперечным сечением размером до 1 см, от объема породы составляющий 8%.

Основная масса породы темно-серая мелкозернистая. Под микроскопом видно, что выделения калишпата, внешне имеющие вид отдельных зерен, представляют собой гломеропорфировые выделения, состоящие из нескольких зерен с извилистыми линиями взаимных границ, образующих внешне форму одного зерна. В зернах калишпата наблюдаются закономерные типа пегматитовых вростки нефелина размером до 0,2 мм, составляющие от площади зерна около 10%.

Оптические константы калишпата — $N_g = 1,5285 \pm 0,001$; $N_m = 1,523 \pm 0,001$; $N_p = 1,519 \pm 0,001$ — показывают на высокое содержание альбитовой молекулы — около 37%. Нефелин порфировых выделений, как и во вростках, в калишпате полностью замещен канкринитом и цеолитом.

Основная масса породы имеет гипидиоморфнозернистую структуру с идиоморфизмом пироксена и плагиоклаза по отношению к калиевому шпату.

Плагиоклаз в виде шестоватых кристаллов с полисинтетическим двойниковым строением, прямолинейными боковыми очертаниями по составу отвечает эндезину № 45. Частично замещен серицитом. Пироксен в породе присутствует в виде двух разновидностей. Один из них, светло-зеленый, образует короткопризматические кристаллы с шестиугольным поперечным сечением, слабым плеохроизмом от светло-зеленого по N_g до желто-зеленого по N_p с оптическими константами: $CN_g = 42^\circ$; $2V = 58^\circ$; $N_g = 1,725 \pm 0,003$; $N_p = 1,697$; $N_g - N_p = 0,028$, что соответствует салиту с содержанием 8% $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (по У. А. Диру, 1965). Пироксен другой разновидности, присутствующий в небольшом количестве по сравнению с первым, бесцветный в виде удлиненно-призматических зерен с константами: $CN_g = 47^\circ$; $2V = 57^\circ$; $N_g = 1,703 \pm 0,002$; $N_p = 1,678 \pm 0,002$; $N_g - N_p = 0,025$, что соответствует лейкоавгиту с содержанием $\text{FeO} + \text{F}_2\text{O}_3$ 0,8%. Вторая разновидность пироксена является более ранней, она обогащена магнием. От лейкоавгита остались лишь отдельные реликтовые зерна ввиду того, что при остывании он подвергся инконгруентному плавлению и из расплава шел рост пироксена более обогащенного железом. Об этом свидетельствуют реакционные взаимоотношения между двумя разновидностями. Калиевый шпат основной массы, по составу сходный с таковым в порфировых выделениях, представлен мелкими зернами изометричной или слабо удлиненной формы. Из акцессорных минералов присутствуют магнетит и апатит.

В пятую фазу внедрения возникают породы, в которых из полевых шпатов присутствует только калиевый. Это нефелиновые сиениты, образующие тело штокообразной формы по восточному борту Батанаюла мощностью около 100 м северо-восточного простирания. Макроскопиче-

ски порода розовато-серая, порфировой структуры, в выделениях наблюдается калишпат с размером зерен до 1 см в количестве 30% от объема породы, пироксен с размером зерен до 7—8 мм в виде удлиненных призм в количестве 10% и нефелин в виде призматических зерен с квадратным поперечным сечением в количестве 8% от общего объема породы.

Характерными являются гнезда-шлиры размером до 3 см, выполненные зернами пироксена, которые как бы цементируются калиевым шпатом. Основная масса мелкозернистая.

Пироксен порфиновых выделений двух разновидностей — салит и эгиринавгит. Первый из них представлен призматическими зернами с шестиугольным сечением в поперечнике, желто-зеленого цвета с плеохроизмом от желто-зеленого по Ng до бесцветного по Np с оптическими константами: $CNg=44^\circ$; $2V=59^\circ$; $Ng=1,721 \pm 0,003$; $Np=1,693 \pm 0,003$; $Ng-Np=0,028$, что соответствует составу минерала с участием около 6,5% $FeO+Fe_2O_3$. Салит подвергнут интенсивной опацизации. Замещение магнетитом начинается с периферии зерен. Отдельные мелкие зерна полностью замещены магнетитом с сохранением реликтовой формы минерала. Эгиринавгит образует уплощенные призмы с поперечным сечением в виде вытянутого шестиугольника с плеохроизмом от травяно-зеленого по Ng до желто-зеленого по Np. Оптические константы его: $CNp=30^\circ$; $2V=82^\circ$; $Ng=1,743 \pm 0,003$; $Np=1,724 \pm 0,003$; $Ng-Np=0,039$. Отчетливо видно, что эгиринавгит является более поздним, чем салит, образуя вокруг последнего реакционные каймы. Подтверждением этому является также факт наличия в основной мелкозернистой массе только эгиринавгита.

Калиевый шпат выделений, как и в породе предыдущей разновидности, характеризуется высоким содержанием альбитовой молекулы. Основная мелкозернистая масса породы содержит 30% эгиринавгита, остальная часть приходится на калиевый шпат и акцессорные, среди которых много апатита и магнетита — 2—3%.

В предпоследнюю фазу происходит образование сиенитов безнефелиновых, среди которых можно выделить по минералогическому составу: известково-щелочные роговообманковые и щелочные лейкократовые. Обе разновидности пород образуют на участке жильные тела мощностью до 10 м субширотного и субмеридионального простирания. Известково-щелочные сиениты макроскопически розовые порфировой структуры с выделениями зерен плагиоклаза величиной до 8 мм, составляющих от объема породы около 8%, и единичных зерен калишпата. Основная масса мелкозернистая.

Плагиоклаз выделений представлен хорошо образованными таблитчатыми зернами с полисинтетическим двойниковым строением, по составу отвечающий андезину № 38. Частично замещен серицитом и карбонатом. Единичные зерна калиевого шпата, присутствующие в порфиновых выделениях, также образуют зерна таблитчатой формы с оптическими константами: $Ng=1,5285$; $Np=1,519$; $Ng-Np=0,0095$, что соответствует минералу с содержанием около 38% альбитовой молекулы.

Основная масса породы гипидиоморфнозернистая с идиоморфизмом роговой обманки и плагиоклаза по отношению к калишпату. От роговой обманки сохранилась лишь реликтовая форма зерен, она полностью замещена карбонатом, частично хлоритом с обособлением гидрокислов железа.

Плагиоклаз в виде столбчатых зерен имеет тот же состав, что и в порфиновых выделениях. Общий минералогический состав породы: калишпата — 50%, плагиоклаза — 40%, роговой обманки — 10%. Из вторичных минералов по всей площади шлифа в виде тонкого агрегата развивается хлорит, в меньшем количестве — карбонат. Акцессорные минералы представлены магнетитом и апатитом.

Щелочные лейкократовые сиениты — розовые мелкозернистой или порфировой трахитовой структуры — слагаются калишпатом, по составу аналогичным в вышеописанных разностях, с участием до 3% кварца в виде единичных мелких ксеноморфных зерен в промежутках между зернами калишпата.

В завершающий период становления массива на участке Батанаюл происходит становление диабазовых даек. Это зеленовато-серая порфировой структуры порода, в выделениях единичные зерна плагиоклаза таблитчатой формы с размером по длинной оси до 2 см. В породе наблюдаются миндалинки округлой формы с размером до 4 мм, выполненные кварцем.

Порода обнаруживает под микроскопом типичную офитовую структуру основной массы, сложенной на 50% авгитом, 43% плагиоклазом, 5% магнетитом и кварцем — 2—3%. Плагиоклаз в виде столбчатых зерен с полисинтетическим двойниковым строением по составу отвечает лабрадору № 60. Частично замещен серицитом и карбонатом.

Пироксен — титанавгит фиолетового цвета — имеет оптические константы: $CNg=48^\circ$; $2V=50^\circ$; $Ng=1,743\pm 0,003$; $Np=1,720\pm 0,003$; $Ng-Np=0,043$, что соответствует минералу с содержанием около 8% FeO + Fe₂O₃ и 4,8% TiO₂ (по У. А. Диру, 1965). По авгиту интенсивно развивается хлорит.

Магнетит в виде мелких зерен неправильной формы равномерно распределен по всей площади шлифа, ассоциируя с зернами пироксена. Кварц представлен единичными мелкими ксеноморфными зернами.

В итоге краткого разбора петрографии пород Батанаюльского массива можно сделать следующие выводы:

1. Отчетливо прослеживается постепенное уменьшение роли щелочей Na и увеличение щелочей K от ранних продуктов дифференциации к поздним. Крайними продуктами дифференциации являются бескалишпатовые породы первой фазы и чисто калишпатовые последней. В таком же направлении идет уменьшение содержания Ca, что видно из основности плагиоклазов.

2. Постепенное увеличение содержания кремнекислоты от пород первой фазы к последней. Породы недосыщенные переходят в насыщенные с появлением свободной кремнекислоты.

3. Несмотря на большую недосыщенность кремнекислотой пород первых фаз и высокое содержание железа, оливин в них отсутствует. Это свидетельствует о том, что магма была пересыщена Ca, в результате чего образуются кальций-железомagneзиальные пироксены. О пересыщенности магмы Ca свидетельствует также наличие в породах первой фазы плагиоклаза высокой основности (лабрадора № 70), несмотря на очень высокую щелочность.

4. О высоком содержании Ca в магме может свидетельствовать также факт полного замещения нефелина канкринитом. Два последних вывода дают основание предполагать о, возможно, имевшей место ассимиляции магмой вмещающих пород, богатых кальцием, что послужило одной из причин образования недосыщенных нефелиновых пород.