ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА
Том 201 1972

ОБЩИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД БАТАНАЮЛЬСКОГО МАССИВА

(Кузнецкий Алатау)

А. А. МИТЯКИН

(Представлена научным семинаром кафедры петрографии)

Батанаюльский массив щелочных пород расположен по речкам Батанаюл и Кудудет, левым притокам среднего течения р. Урюп. Он представлен двумя основными телами со сложным петрографическим составом, несколько разделенными пространственно. Оба тела удлиненной формы, вытянутые в субширотном направлении, имеют площадь выхода на дневную поверхность, в сумме равную около 1 *км*^{2}. Залегают породы массива среди эффузивно-осадочных образований нижнего девона. В составе массива установлено большое разнообразие пород, формирование которых происходило в четыре последовательные фазы от более ранней к поздним:

1 фаза-тералиты-порфириты, лабрадоровые берешиты и андезиновые берешиты;

2 фаза — лейкократовые тералиты-порфириты;

3 фаза — нефелиновые монцониты и нефелиновые сиениты;

4 фаза — известково-щелочные и щелочные сиениты.

В заключительный этап становления массива образовались дайковые породы — диабазы, долериты, щелочные сиениты. Общей особенностью пород массива, формировавшегося в приповерхностных условиях, является четко порфировая или мелкозернистая структура.

Общей геохимической особенностью для массива является то, что почти все элементы, обнаруженные в его составе, являются сквозными и присутствуют, к тому же, в примерно равных количествах во всех разновидностях пород. Исключение в этом смысле составляет лишь литий, обнаруженный в заметных количествах лишь в одной разновидности — берешитах. Сквозными элементами пород массива являются титан, свинец, цирконий, иттрий, стронций, барий, галлий, цинк, медь, бериллий, ванадий, хром. Два элемента — никель и кобальт — содержатся в незначительных количествах, и их содержание непостоянно. Что касается геохимической специализации, то, как видно из вышеизложенного, почти все перечисленные элементы свойственны основным и средним породам. Для щелочных пород характерны лишь бериллий, иттрий и галлий, но они присутствуют в небольших количествах, начиная от ранних продуктов дифференциации и кончая поздними, и поэтому не определяют геохимическую специализацию пород. Рассмотрим поведение элементов в ходе процесса дифференциации магматического расплава, при этом, учитывая особенность набора элементов и предпо-

лагаемую связь пород с основной магмой, сравнение по содержанию будем делать с кларками основных пород по А. П. Виноградову (1962).

Элементы группы железа. Из этой группы в породах присутствуют титан, ванадий, хром, кобальт, никель и марганец.

Титан во всех разновидностях пород присутствует в количествах ниже кларка, причем содержание его несколько уменьшается в направлении от ранних продуктов дифференциации к поздним — от 0,5 в берешитах до 0,25 в нефелиновых сиенитах. Как показывают спектральные анализы, титан содержится в магнетите в количестве 2% и пироксене— 0,3—0,5%. При микроскопическом изучении пироксенов было установлено, что в породах ранних фаз он более титанистый, чем в поздних, в частности, в нефелиновых сиенитах, где присутствует гиперстен и авгит. Этим, видимо, и объясняется некоторое уменьшение его содержания в поздних разностях пород.

Ванадий во всех разновидностях пород присутствует в количествах, значительно ниже кларковых, причем какой-либо закономерности в изменении его содержания не наблюдается. Спектральные анализы показывают наибольшее содержание его в магнетите, доходящее до 0,01%. Данный элемент входит также в состав железомагнезиальных пироксенов. Значительно более низкие содержания ванадия во всех породах по сравнению с кларком свидетельствуют о бедности данным элементом родоначальной магмы. При этом небольшие различия в содержании железомагнезиальных компонентов и акцессорного магнетита в породах разных фаз не способствовали накоплению данного элемента в какой-то определенной породе.

Аналогично ванадию ведут себя и такие элементы, как хром, кобальт и никель. Их содержание во всех разновидностях пород примерно одинаковое и в несколько десятков раз ниже кларкового, причем кобальт и никель в отдельных разновидностях пород, исключая берешиты, не улавливаются вообще.

Группа малых петрогенных элементов

Литий, как было отмечено выше, обнаружен в заметном количестве только в берешите, причем содержание его несколько ниже кларкового. Концентрация лития в берешитах—продуктах ранней стадии дифференциации — объясняется его способностью замещать изоморфно натрий, который присутствует в значительном количестве в данной породе в составе нефелина. Это подтверждает спектральный анализ нефелина из берешитов, показывающий содержание лития в количестве 0,03%.

Содержание бериллия во всех породах массива равно 0,001%, за исключением пород последней фазы, где оно равно 0,0008%, но также выше кларкового. О связи данного элемента с каким-то определенным минералом говорить трудно, поскольку он в равных количествах (0,001) обнаружен в пироксене, нефелине и магнетите, чем, видимо, и объясняется его рассеянность и примерно равное содержание во всех разновидностях пород.

Стронций почти во всех разновидностях пород содержится в количествах выше кларкового значения, при этом наблюдается уменьшение содержания его от пород ранних этапов дифференциации к поздним. Так в берешитах и тералитах-порфиритах его содержание составляет 0,07—0,06% при кларковом значении, равном 0,044, а в породах последней фазы—0,03%. Такое поведение стронция объясняется, по-видимому, близостью его ионного радиуса к радиусу кальция, а содержание последнего резко уменьшается также от ранних продуктов дифференциа-

ции к поздним. Спектральный анализ дает также высокое содержание стронция в нефелине берешитов, равное 0,5%, что, видимо, свидетельствует о изоморфном замещении стронцием натрия, а, возможно, стронций здесь ассоциирует с кальцием, содержание которого в нефелине достигает 8%.

Содержание бария также во всех разновидностях пород выше или равно кларковому. Данный элемент ведет себя аналогично предыдущему — его содержание уменьшается от пород раннего этапа дифференциации к позднему. В породе первой фазы—берешите—содержание бария равно 0,13%, а в породах последней фазы — 0,03%. Интересным в поведении бария является то, что его содержание в породах поздних фаз, наиболее богатых калием, значительно ниже, чем в ранних продуктах дифференциации, хотя в литературе указывается на постоянную концентрацию бария в калийсодержащих минералах. Видимо, стронций и барий ведут себя здесь аналогично и связаны с породами, наиболее богатыми кальцием. О сходном поведении бария с кальцием свидетельствует тот факт, что при калишпатизации берешитов из них выносится большая часть кальция. Такая же тенденция намечается и в отношении с барием — его содержание в калишпатизированных берешитах равно 0,01% вместо 0,13% в неизмененной породе.

Группа металлических элементов.

Свинец и цинк ведут себя одинаково и их содержание в общем колеблется около кларкового. Чаще наблюдаются случаи с пониженным содержанием. Какой-либо закономерности в поведении этих элементов в породах разных фаз не наблюдается.

Содержание меди во всех разновидностях пород значительно ниже кларкового, причем намечается тенденция в уменьшении ее содержания от ранних продуктов дифференциации к поздним.

Группа редких элементов.

Из этой группы в породах массива обнаружено три элемента — иттрий, цирконий и галлий. Иттрий в целом для пород массива содержится в количестве, близком к кларку. В отдельных разновидностях пород наблюдается колебание в его составе в ту или иную сторону. Какой-либо закономерности в изменении его содержания в последовательном ряду продуктов дифференциации не наблюдается. Спектральные анализы показывают, что его содержание выше кларкового—0 003 в пироксене. В таких минералах, как нефелин, калишпат и магнетит, элемент не обнаружен. Для циркония характерно то, что почти во всех разновидностях пород его содержание выше кларкового, причем наблюдается тенденция в увеличении его содержания от ранних продуктов дифференциации к поздним. Так, если в берешитах и тералитах-порфиритах его содержание равно соответственно 0.012 и 0.01%, то в нефелиновых монцонитах и нефелиновых сиенитах 0,04 и 0,03%. Объясняется это тем, что элемент входит в состав акцессорного минерала — циркона, содержание которого увеличивается в направлении к поздним продуктам дифференциации. В породообразующих минералах — пироксене, нефелине и калишпате — содержание элемента равно 0,001—0,003%. Галлий во всех разновидностях пород, кроме нефелинового сиенита, присутствует в количествах выше кларкового значения, при этом наблюдается тенденция в уменьшении его содержания от пород ранних фаз к поздним. Это, возможно, объясняется тем, что по величине ионного радиуса элемент близок к алюминию, которым наиболее богаты породы

ранних фаз, ввиду наличия в них большого количества нефелина и др. алюмосиликатов.

Кроме всех перечисленных элементов, в породе наблюдаются следы молибдена и ниобия.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие основные выводы.

1. Обращает на себя внимание небольшое количество присутствующих в породах массива элементов-примесей, причем подавляющее большинство их характерно для пород основного состава.

Все элементы, характерные для основных пород — титан, хром, ванадий, кобальт, никель и медь—содержатся в количествах значительно ниже кларковых значений. Это объясняется тем, что перечисленные элементы характерны для дифференциатов магмы основного состава, каковыми являются эффузивы преимущественно базальтового состава, образовавшиеся раньше описанных интрузивных массивов. В этом смысле интерес представляют кобальт и никель, характерные для пород ранних стадий кристаллизации.

2. Из редких элементов, характерных для щелочных пород, присутствуют лишь три — иттрий, цирконий и галлий, при этом содержания их лишь в незначительной степени превышают кларк основных пород. Присутствие данных элементов тем более не показательно, если учесть, что родоначальная магма щелочных интрузивных пород является остаточной, дифференциатом от магмы более основного состава, и накопление в остатке редких элементов является вполне естественным, если их содержание в родоначальной магме и было незначительным.

3. Все элементы, присутствующие в породах, являются сквозными, исключая литий, обнаруженный в заметном количестве лишь в породе первой фазы — берешите.

4. Среди всех элементов, присутствующих в породах, только барий и стронций наблюдаются в количествах, превышающих кларковые, что является также характерным признаком связи между интрузивными и эффузивными образованиями, так как эти элементы накапливаются обычно в конечных продуктах кристаллизации, каковыми в данном случае являются описанные интрузивные породы, образовавшиеся из остаточной магмы как дифференциата более основной.