

**ПРИЗНАКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ  
МЕЖДУ ИНТРУЗИВНЫМИ И ЭФФУЗИВНЫМИ ПОРОДАМИ  
В СОСТАВЕ ГОРЯЧЕГОРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО  
ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

А. А. МИТЯКИН

(Представлена научным семинаром кафедры петрографии)

Горячегорский щелочной комплекс проявился на площади, которая в структурном отношении занимает переходное положение от Чулымо-Енисейской впадины и Кузнецкого Алатау в его северо-восточной части. Кузнецкий Алатау, консолидированный салаирским циклом тектогенеза, в нижне-среднедевонское время вовлекается в активную тектоническую деятельность в пределах указанной переходной зоны в связи с заложением и развитием наложенной структуры Чулымо-Енисейской впадины.

Тектоническая деятельность способствовала интенсивному проявлению магматизма. Продуктами магматической деятельности являются разнообразные по составу эффузивные породы, начиная от оливиновых базальтов и кончая феолитами, трахиандезитами и другими щелочными разновидностями. Главенствующую роль среди эффузивных образований играют разновидности основного состава. На долю всех эффузивных пород приходится 80% от общей массы эффузивно-осадочной толщи девона в указанном районе.

В заключительный этап магматической деятельности произошло становление многочисленных массивов щелочных нефелинсодержащих пород, среди которых в фациальном отношении можно выделить две группы.

1. Приповерхностные субэффузивные тела в виде силлов, штоков и даек. Породы таких тел имеют чаще всего ясно выраженную порфировую структуру с минералами-вкрапленниками по размерам, в несколько десятков раз превышающим размер зерен основной массы, которая часто имеет афонитовую структуру.

2. Интрузивные массивы более глубинного происхождения, вероятнее всего гиабиссальные. Породы этих массивов полнокристаллические средне- или крупнозернистые, часто порфировидные. Примерами первых могут служить массивы: Семеновский, Батанаюльский, Базырский, Инзиюльский, Андрюшкина речка, а вторых — Горячегорский, Белогорский, Кургусульский и другие массивы.

Интрузивные массивы привлекали внимание многих исследователей, поскольку богатые нефелином породы являются важным промышленным сырьем. На Кия-Шалтырском участке, в частности, заканчивается строительство рудника для разработки уртитов. Одним из важных вопросов при изучении щелочных массивов является их генезис. Правильное решение этого вопроса будет способствовать выявлению новых участков нефелинсодержащих пород. В свою очередь для того, чтобы

сделать правильные выводы по генезису щелочных пород, большое значение имеет установление генетической связи интрузивных пород с эффузивными образованиями девона. О родстве интрузивных и эффузивных пород ранее предполагали И. П. Рачковский (1911, 1912), И. К. Баженов (1945) и И. В. Лучицкий (1959, 1960). Однако детальные исследования в этом направлении не проводились. В течение 1965—1968 гг. автором были проведены работы по изучению щелочных пород приповерхностной фации на участках Батанаюл, Семеновка, Черемушка. Детальные исследования показали, что изученные нефелинсодержащие породы имеют тесное генетическое родство с эффузивными образованиями нижнего-среднего девона, а также с глубинными интрузивными телами гипабиссальной фации.

О генетической связи интрузивных и эффузивных пород можно судить по ряду признаков.

1. **Общегеологические признаки.** Сюда следует отнести прежде всего пространственную связь интрузивных и эффузивных пород. Большинство массивов залегает непосредственно в поле развития девонских эффузивов, а особенно массивы приповерхностной фации. В структурном отношении эффузивные и интрузивные породы приурочены к области сочленения Кузнецкого Алатау с Чулым-Енисейской впадиной, где наиболее активно проявилась тектоническая деятельность. Эффузивные породы, образовавшиеся в начальный период магматической деятельности, слагают мощную толщу, характеризующуюся закономерным внутренним строением. При проведении площадной геологической съемки масштаба 1:50000 подмечен ритмичный характер эффузивной деятельности, выраженной в строении эффузивно-осадочной девонской толщи. В ее строении наблюдается чередование пачек эффузивов с маломощными слоями осадочных пород. Примечательными являются два факта: во-первых, в каждой пачке эффузивов в нижней части ее, как правило, залегают более щелочные разновидности эффузивов, чем в верхней, где преобладают обычно оливиновые базальты; во-вторых, в общем разрезе эффузивно-осадочной толщи в верхах ее преобладают щелочные эффузивы. Так, в самой верхней вулканогенной свите преобладают тефриты, трахибазальты, фонолиты и другие щелочные породы. Эти факты свидетельствуют о том, что эффузивы основного и щелочного состава произошли из единой родоначальной магмы. При этом более щелочной расплав, как более легкий, скапливался в верхних частях магматической камеры и при каждой вспышке тектонической деятельности поступал на поверхность первым. За ним следовал расплав более основного состава из более глубоких частей магматической камеры, это и обусловило нахождение в пачках эффузивов в низах более щелочных разновидностей, а в верхах — более основных. Далее, в процессе всего периода вулканической деятельности эволюция магматического очага шла в сторону накопления щелочного расплава. В заключительный этап вулканической деятельности это привело к образованию существенно щелочных эффузивов, залегающих в верхах вулканогенной толщи. Образование щелочных интрузивных пород в заключительный этап магматической деятельности подтверждает общую закономерную направленность процесса магматизма в сторону образования щелочного магматического расплава.

2. **Геохимические признаки.** В эффузивах присутствуют те же элементы-примеси, что и в интрузивных породах — это скандий, ванадий, хром, кобальт, никель, медь, цинк, галлий, барий, стронций, иттрий, цирконий, свинец и титан. Разница состоит лишь в том, что скандий в заметных количествах обнаружен в эффузивах, а литий только в интрузивах. Объясняется это тем, что скандий имеет тенденцию концентрироваться в железомagneзиальных минералах, замещая в их

кристаллической решетке двухвалентное железо и магний. Но так как такими минералами наиболее богаты ранние продукты вулканической деятельности — эффузивы преимущественно базальтового состава, то и концентрация скандия произошла в этих породах. Таким образом, это различие в содержании элементов-примесей в эффузивах и интрузивных породах не противоречит, а подчеркивает генетическое родство обеих групп пород.

Содержание элементов группы железа в обеих группах пород ниже кларка, однако в эффузивах данные элементы содержатся в значительно больших количествах, это также является подтверждением генетического родства сравниваемых пород, поскольку указанные элементы характерны для основных пород, богатых железомagneзиальными минералами, каковыми являются эффузивы по сравнению с интрузивными породами.

Содержание бария и стронция в эффузивных и интрузивных образованиях выше кларкового, и в общем их поведение сходное. Наблюдается несколько повышенное содержание этих элементов в интрузивных породах. Объясняется это тем, что данные элементы характерны для поздних продуктов дифференциации.

Свинец и цинк в обеих группах пород содержатся в количествах ниже кларковых значений, однако в абсолютном значении их содержание несколько выше в интрузивных породах по сравнению с эффузивными, что объясняется способностью данных элементов скапливаться в осадочных растворах. Из геохимических особенностей следует отметить также поведение иттрия, содержание которого выше в интрузивных породах. Связано это с тем, что геохимическое поведение данного элемента сходно с поведением щелочей и особенно калия, а содержание последних значительно выше в интрузивных породах. Все отмеченные геохимические особенности подчеркивают генетическое родство обеих групп пород.

3. Петрохимические признаки. При сравнении вариационных линий эффузивных и интрузивных пород видно, что линия, отвечающая эффузивам в общем имеет тот же наклон, что и линии для интрузивных образований. По сравнению с последними она приближена к оси SB и в то же время сдвинута вниз. Последнее обстоятельство свидетельствует о наличии среди эффузивов более основных разновидностей пород, которых нет среди интрузивов, причем на долю этих основных эффузивов приходится большая часть всех эффузивов — около 60%. Сдвинутое положение вариационных линий эффузивов свидетельствует также об отсутствии среди них лейкократовых разновидностей пород, которым отвечают верхние части линий интрузивных пород. Такое различие в вещественном составе двух групп пород — преобладание основных разновидностей среди эффузивов и лейкократовых в составе интрузивов можно объяснить фракционной кристаллизацией первичной магмы. Интересно проследить ход эволюции магмы на тройной диаграмме  $MgO-(FeO+Fe_2O_3)-(Na_2O+K_2O)$ . На этой диаграмме большая часть фигуративных точек, отвечающих эффузивам, тяготеет к линии Fe—Mg и к углу Mg по сравнению с интрузивными породами, тяготеющими к стороне треугольника Fe—(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) и к углу щелочей. Магний как составная часть наиболее ранних минералов — оливина и пироксена был израсходован, в основном, в период образования эффузивных пород. Остаточная магма оказалась существенно обедненной этим компонентом. На примере эффузивов видно, что дифференциация магмы шла в сторону обеднения магнием в начальный период и обогащения железом в какой-то средний период, и в конечном итоге происходило образование остаточной магмы, богатой щелочами. Если сравнивать вариационные линии магматической дифференциации

на этих диаграммах, то четко видно, что линии для интрузивных пород являются непосредственным продолжением линии эффузивов. Они отражают направление дифференциации магмы уже существенно обедненной магнием в сторону уменьшения содержания железа и обогащения щелочами. Такой ход эволюции магмы можно сравнить с другими аналогичными примерами, в частности со Скаергардской интрузией (Вагер и Деер, 1939), а также с серией дифференцированных лав Норильского района (Золотухин и Васильев, 1967) и дифференцированными интрузиями горы Зуб (Годлевский, 1959).

Еще одним свидетельством остаточного характера магмы, давшей начало щелочным интрузивным породам, является положение фигуративных точек химсостава этих пород на тройственной диаграмме нефелин-каλιοфилит-кремнекислота (по Боуэну). Все точки интрузивных пород при нанесении на эту диаграмму лежат в низкотемпературной области (корыта), отвечающей остаточному расплаву, богатому алюмощелочными компонентами, получающемуся в результате дифференциации базальтовой магмы. В области корыта лежат и средневзвешенные химсоставы для массивов в целом. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что магма, давшая начало щелочным интрузивным породам, была остаточной, приближающейся по составу к магме алюмощелочного состава, имеющей наиболее низкую температуру кристаллизации.

4. Минералогические признаки. Эффузивы и интрузивные образования обнаруживают генетическую связь и по минеральному составу. Пороодообразующими минералами в основных эффузивах являются пироксен, чаще всего авгит, основной плагиоклаз, по составу не опускающийся ниже № 60, а чаще соответствующей № 70—80 и оливин. В щелочных разновидностях эффузивов появляется нефелин, калишпат, цеолиты. Такие же минералы характерны и для интрузивных пород. Отличие их от эффузивов состоит в присутствии в некоторых разновидностях пород роговой обманки и эгирин-авгита. Однако эти минералы пользуются ограниченным распространением, и почти во всех породах ведущим темноцветным компонентом является пироксен и даже в наиболее лейкократовых породах — нефелиновых сненитах — он является преобладающим или единственным.

В сравниваемых группах пород минералы близки и по своему составу. Как в эффузивах, так и в интрузивных породах, из пироксенов преобладают авгит, титаноавгит, диопсид. Характерным является высокая основность плагиоклазов как в эффузивах, так и в интрузивных породах, что свидетельствует об общей особенности магмы, а именно, обогащенностью кальцием.

Таким образом, все перечисленные признаки: общегеологические, геохимические, петрохимические и минералогические — свидетельствуют о генетической связи между интрузивными и эффузивными образованиями, как продуктами дифференциации единой родоначальной магмы. На основании этого Горячегорский щелочной комплекс следует рассматривать как вулcano-плутонический, представленный гипабиссальными интрузиями, субвулканическими образованиями и эффузивами. Последние составляют главную часть в составе комплекса, на долю которых приходится около 92% из общей массы пород всех трех фацциальных разновидностей.

Горячегорский комплекс относится к трахиандезитовой формации по Ю. А. Кузнецову (1964) и габбровой формации по Ю. М. Шейнману, Ф. Р. Апельцину и Е. А. Нечаевой (1961).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов И. К. Нефелиновые породы восточного склона Кузнецкого Алатау. *Вопр. геол. Сибири*. Т. 1. Изд. АН СССР, 1945.
  2. Лучицкий И. В. Нефелиновые руды и щелочные нефелинсодержащие породы юга Красноярского края.— В кн.: *Полезные ископаемые Красноярского края*. Изд-во АН СССР, 1959.
  3. Рачковский И. П. О щелочных породах ю.-з. Енисейской губ. *Тр. геол. музея Акад. наук*. Т. 5, вып. 4, 1911.
  4. Рачковский И. П. К вопросу о породах щелочного ряда ю.-з. части Енисейской губ. Т. 48, *Зап. Сиб. мин. об-ва*, сер. 2, 1912.
-