

В.В. Холоднов, Р.Г. Язева

ГАЛОГЕНЫ В МАГМАТОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ КОНВЕРГЕНТНОГО ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН УРАЛА)

Галогенная специфика современных и древних активных окраин изучена лишь в самых общих чертах. Известно, что для фумарол современных андезитовых вулканов характерно соотношение $Cl > F = S$, при этом фтор строго коррелируется с содержанием калия в породах [6, 8]. Данные о концентрациях галогенов, как и других летучих компонентов флюидных систем, на разных уровнях магматических колонн, в последовательных продуктах дифференциации и особенно в магматитах прошлых эпох не доступны прямым измерениям. Методической основой исследования, показавшей свою эффективность [1, 4, 5], послужили данные о составе гидроксилсодержащих минералов (апатита, биотитов, амфиболов). На примере магматических пород активной окраины Урала, слагающих его восточный склон и включающих широкий спектр образований островных палеодуг, окраинно-континентальных поясов и гиперколлизийных (межконтинентальных) анатектитов, была прослежена постадийная эволюция водно-галогенных характеристик магмотогенных флюидов, характерных для различных конвергентных палеогеодинамических обстановок Урала. Ранее [5], были обобщены данные, характеризующие закономерности распределения галогенов в минералах и породах, формировавшихся в различных дивергентных палеогеодинамических обстановках.

Для начальных продуктов субдукционного режима, т.е. интрузивно-вулканических формаций эпокееанических палеодуг Урала (силурийской и девонской) установлено последовательное нарастание концентраций Cl в минералах. Минимальные их значения фиксируются в раннеостроводужных Na базальтах, андезитах, риолитах, а максимальные - в габбро-сиенитовых комплексах зрелой стадии с развитым новообразованным гранитно-метаморфическим слоем [4]. Типичные примеры последних - Тагило-Кушвинский массив в силурийской дуге и Верхнеуральский - в девонской. Обстановки окраинно-континентальных поясов на конвергентных границах плит имеют много общего с островодужными, отличаясь гетерогенностью субстрата, характером глубинной геодинамики, резко возросшей мощностью мантийно-корового клина над пологой сейсмофокальной зоной. По петрологическим и галогенным характеристикам среди андезитоидных магматических серий, индикаторных как для современных, так и для древних уральских краевых поясов, отчетливо обособляются мезоабиссальные, более "водные" фации ареальных плутолитов (Ханмейский, Лагортинский, Рефтинский массивы в девоне, Верхисетский, Пластовский и др. - в карбоне) и относительно "сухие" гипабиссально-вулканогенные продукты линейных проницаемых зон (конгорский, ауэрбаховский комплексы позднего девона, каменноугольные массивы Зауралья). Глубинным, более "водным" фациям ареальных тоналит-гранодиоритовых плутолитов свойственны малохлористые ($< 0,20\% Cl$) парагенезисы гидроксилсодержащих минералов, причем содержание Cl последовательно уменьшалось от девонских постофиолитовых тоналитов (Полярный Урал) к каменноугольным, прорывающим блоки микроконтинентов, (рис.1, 2). В этой же последовательности нарастали концентрации фтора и калия (рис.2, 3).

Гипабиссально-вулканическим ассоциациям соответствуют парагенезисы, обогащенные хлором: до 1,0-1,5% в апатитах девонских и раннекаменноугольных порфиридных диоритов против 0,05-0,5% в апатитах мезоабиссальных тоналитов того же возраста (см. рис.1). Однако даже самые высокие концентрации Cl в этих обстановках не достигают уровня, зафиксированного в

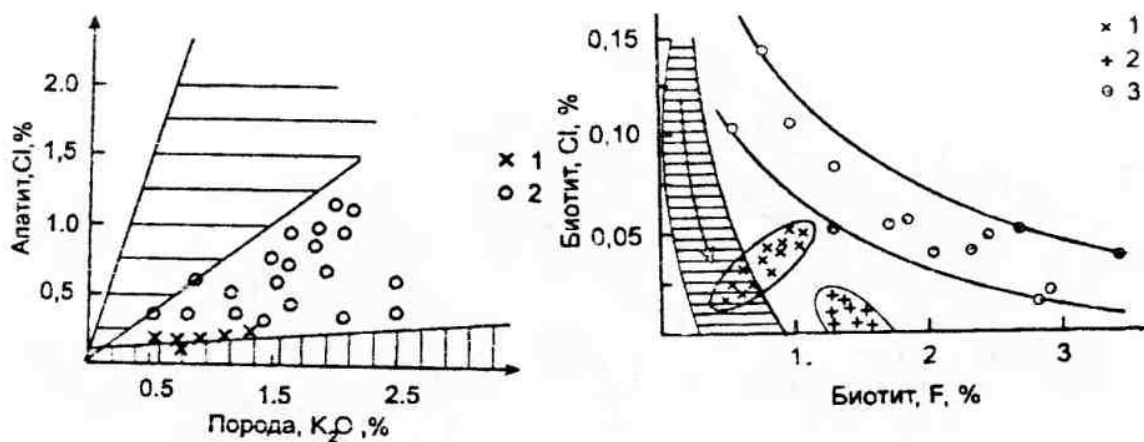


Рис. 1. Соотношение Cl в апатитах и калия в габбро-диоритах и диоритах мезоабиссальных plutонических (1) и гипабиссально-вулканических (2) фаций девонского окраинно-континентального пояса (Северный и Полярный Урал).

Заштрихованы поля состава апатитов из габбро и диоритов силуро-девонских островодужных обстановок (горизонтальная штриховка) и из каменноугольных тоналит-гранодиоритовых plutонитов окраинно-континентального пояса андийского типа (вертикальная штриховка).

Рис. 2. Соотношение Cl и F в биотитах из тоналит-гранодиоритовых plutонитов и латитов девонского и каменноугольного окраинно-континентальных поясов Урала и гиперколлизийных анатектических гранитов C_3-P_1

1 - гнейсо-гранитный комплекс C_3-P_1 ; 2 - гранитный комплекс P_1 ; 3 - монцодиорит-гранитный (латиты) комплекс C_2 .

Заштриховано поле ареальных тоналит-гранодиоритовых plutонитов D_3-C_1 (стрелка характеризует эволюцию состава биотитов в ряду от девонских малокальциевых серий plutонитов к поздним калинадровым каменноугольным).

островодужных магматитах.

Содержание Cl в гранитоидах уральских окраинно-континентальных поясов, в отличие от островных дуг, снижалось с ростом сиаличности гетерогенной коры. В тоналитах и гранодиоритах, прорывающих офиолиты и островодужные комплексы (Хампейский, Верхисетский и другие массивы) они выше, чем в аналогичных породах более восточных микроконтинентальных блоков (Пластовский, Каменский и подобные). Для островодужных магматитов высокие и последовательно нарастающие концентрации Cl (и натрия) во флюидах увязываются с прогрессирующей дегидратацией субдуцированной океанической коры [7], тогда как на завершающих стадиях геотектонического мегацикла океаническая кора уже поглощена и дегидратирована. Возможным источником хлора для мезоабиссальных и абиссальных андезитовидных plutонитов *in situ* могут быть лишь остаточные флюиды "океанического" происхождения из метаморфизованных (амфиболитизированных) офиолитов. Ранее было показано, что концентрации F и K в позднепалеозойских гранитоидах восточного склона Урала также повышаются с запада на восток в соответствии с нарастающей сиаличностью современной коры [1], т.е. источником фтора и калия мог служить сиалический субстрат сгруженных микроконтинентов в гетерогенном фундаменте краевых поясов. Фтор в минералах хорошо коррелируется с нарастающей вкрест простирания поясов калиево-натриевой магматитов и вписывается, таким образом, в надсубдукционную полярность составов. Это наглядно иллюстрируют составы апатитов из пород Верх-Исетского массива и из расположенных восточнее Шарташского, Каменского, Пластовского того же возраста (рис.3). Сопоставление самых молодых гиперколлизийных калиево-натриевых анатектитов с раннесубдукционными натриевыми (O_3-S_1) анатектитов [4] показало, что заключительные продукты анатексиса характеризуются заметно пониженной хлороносностью (рис.4). Минимальная хлористость и относительно малое содержание воды в минералах гранитных мигматитов (Варламовский, Сысертский, Суондукский и другие массивы) из зоны гиперколлизии свидетельствуют о том, что главный источник воды и хлора - "юная" нематаморфизованная океаническая кора - на этом этапе уже отсутствует, но мощно проявлена в ранних продуктах конвергентного режима на Урале - амфиболитах, плагиомигматитах O_3-S_1 [4].

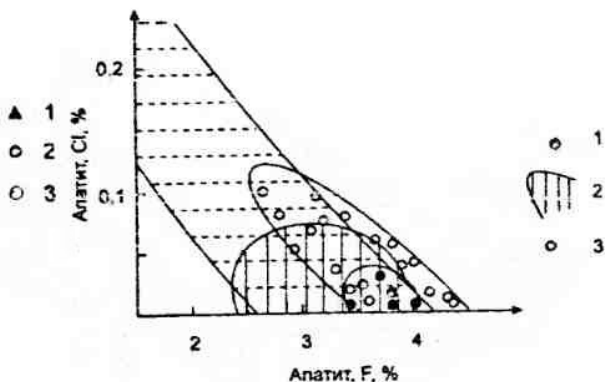
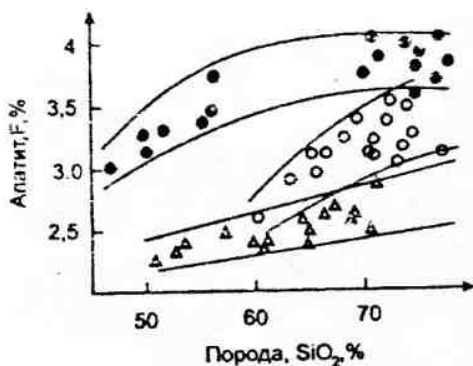


Рис. 3. Содержание F в апатитах из тоналит-гранодиоритовых плутонов и латитов каменно-гольного окраинно-континентального пояса.

Массивы: 1 - Верх-Исетский, 2 - Шарташский, Каменский, Пластовский, 3 - Степнинский, Петуховский, Увильдинский

Рис. 4. Содержание Cl и F в апатитах гиперколлизийных анатектических гранитов Урала.

Джабыкский и Санарский гранитные массивы (1). Варламовский гнейсо-гранитный комплекс (2) в сопоставлении с постколлизийной гранит-лейкогранитной формацией P₂-Т (3) и Na-анортозит-плаггиомигматитовой формацией O₃-S₁ раннего этапа субдукции (горизонтальная штриховка)

Калиевая специализация продуктов позднего анатексиса логично увязывается с пониженной "водностью" субстрата: известно, что с ростом R_{H_2O} состав эвтектики сдвигается в сторону альбита [3]. Фтор в минералах, прямо коррелируясь с калием, максимальных концентраций (1,0-1,5% в биотите) достигает в позднем гранитном комплексе (см. рис. 2) гиперколлизийного этапа (Джабыкский, Санарский и другие массивы). В эволюционный ряд окраинно-континентальных магматитов и гиперколлизийных анатектитов не вписываются субщелочные гранитоиды монцодиорит-гранитной латитовой формации C₂ (степнинский и аналогичные комплексы) и самые молодые лейкограниты, амазонитовые пегматиты P₂-Т. При близком с предшествующими гранитоидами содержании кремнезема и калия они, судя по составу биотитов и апатитов (см. рис. 2-4), аномально обогащены фтором и хлором. В этих породах дискретно повышены также содержания Rb, Sr, легких РЗЭ, Zr, а в ассоциирующих габбро - Nb и Ti. Это позволяет предполагать, что первичный источник субщелочных (латитовых), а возможно, и постколлизийных гранит-лейкогранитных магм располагался глубже, чем у предшествующих известково-щелочных серий, возможно, в метаморфизованном флогопитсодержащем мантийном субстрате [2].

Список литературы.

1. Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192 с.
2. Грин Д.Х., Рингвуд А.Э. Происхождение базальтовых магм// Петрология верхней мантии. М., 1968. С. 132-227.
3. Рябчиков И.Д. Флюидный массоперенос и мантийное магмообразование// Вулканология и сейсмология. 1982. N 5. С. 3-9.
4. Холоднов В.В., Язева Р.Г., Чашухина В.А., Краева Ю.П. Галогены в процессах ультраметаморфизма и плаггиогранитизации меланократового фундамента палеодуг// Ежегодник-96 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург. 1997. С. 166-170.
5. Холоднов В.В., Язева Р.Г. Галогенная специфика процессов петро- и рудогенеза в дивергентных палеогеодинамических обстановках (на примере Урала)// Геохимия. 1997. N 12. С. 1255-1261.
6. Gill Y. Orogenic andesites and plate tectonics. N. Y.: Springer-Verlag, 1981. 390 p.
7. Hochstaedter A.G., Gill Y. et al. Volcanism in the Sumisn rift, II. Subduction and non-subduction related components// Earth. Planet. Sci. Lett. 1990. V. 100. P. 195-209.
8. Yshikawa K., Kanisawa S., Aoki K. Content and behavior of fluorine in Japanese Quaternary volcanic rocks and petrogenetic application// J. Volcanol. Geotherm. Res. 1980. N8. P. 161-175.