

ФТОР-ХЛОРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В МИНЕРАЛАХ - ПОКАЗАТЕЛИ РУДНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ МАГМАТИТОВ УРАЛА

В настоящее время установлено, что фтор-хлорные отношения в горных породах и минералах в определенной степени коррелируются с геохимическими режимами их формирования.

Прежде всего, значительные отличия выявляются в содержаниях фтора и хлора для комплексов гранитоидов, связанных, с одной стороны, с внутриконтинентальными, а с другой, - с океаническими и периокеаническими обстановками. Для гранитоидов эти отличия обусловлены разной ролью в их составе мантийного и корового материала, первые из которых характеризуются повышенной ролью хлора, а вторые - фтора. Эти особенности хорошо охарактеризованы материалами изучения гранитоидов Урала [1,2]. Для габброидов и щелочных пород имеют важное значение уровни их магомгенерации в мантии и состав последней (истощенная или неистощенная). Верхняя истощенная мантия - область генерации малоглубинных бедных фтором и хлором толеитов. Более глубинная неистощенная мантия - область генерации обогащенных фтором и углекислотой щелочных и субщелочных серий.

В данной работе рассматривается фтор-хлорное отношение в минералах из различных типов оруденения Урала, связанного с разными магматическими комплексами пород, формирующихся в процессе развития Уральской складчатой системы. Последняя содержит рудоносные и рудные комплексы в составе различных структурно-металлогенических зон, отличающихся геодинамическими режимами, связанными либо с этапами растяжения и раскола древнего кратона (западный склон Урала), либо с образованием структуры палеоокеанического типа и ее замыканием (восточный склон Урала) при гиперколлизии литосферных плит.

Наиболее древними на Урале являются гнейсово-мigmatитовые металлогенические комплексы архейско-нижнепротерозойского возраста, которые относятся к образованиям кристаллического фундамента. Они слагают тектонические блоки и выступы древнего кратона (Тараташский, Уфалейский блоки и др.), находящиеся в условиях пассивной континентальной окраины западного склона Урала, а также микроконтиненты (Салдинский, Селянкинский, Восточно-Мугоджарский и др.) в составе активной палеоокраины восточного склона Урала. Их металлогенический профиль определяется прежде всего связью с ними магнетит-пироксен-кварцевых руд (железистых кварцитов). Отношения F/Cl в апатитах из таких руд и включающих их метаморфических пород гранулитовой фации (тараташский комплекс) составляет в среднем 15,0 (при колебаниях 12,0-17,9), в метаморфических породах салдинского комплекса - 18,0 (при колебаниях 10,8-28,0).

Заложение и развитие рифейской авлакогеновой структуры и последующего рифтогенеза на западном склоне Урала сопровождалось разломами и ограниченным проявлением двух типов магматизма: толеитового (Кусинско-Копанская группа массивов) и субщелочного гранитоидного (Бердяушский и Рябиновский массивы). С субщелочными гранитоидными сериями связано редкометальное оруденение, а с толеитами Кусинско-Копанской группы массивов - магматогенные ильменит-магнетитовые месторождения высокотитанистых руд. В послед-

них F/Cl отношения в апатитах значительно ниже - 5,0-13,4 (среднее 7,4) [5]; в апатитах субщелочных серий - выше 5,2-20,6 (среднее 12,1).

Геосинклинальный ордовик-пермский этап включает раннюю (океаническую), среднюю (островодужную) и позднюю (предконтинентальную) стадии. Металлогения ранней, океанической, стадии определяется рудоносностью альпинотипных дунит-гарцбургитовых комплексов, с которыми связаны хромитовые залежи, часто с осмисто-иридиевой минерализацией (Войкарский, Хабаровинский, Кимперсайский и Нуралинский массивы) и зональные дунит-пироксенит-габбровые комплексы с крупными концентрациями титаномагнетитовых руд с примесью сульфидной платино-палладиевой минерализацией (Гусевогорское месторождение).

В Хабаровинском массиве на Южном Урале [3] в апатитах из габбро-норитов F/Cl отношения находятся в пределах 6,2-20,0 (среднее 9,0), а из клинопироксенитов - 3,2-10,0 (среднее 3,8). В Тагильском дунит-клинопироксенитовом массиве Платиноносного пояса Урала F/Cl отношение в апатите из тылаитов значительно ниже - 1,8 [4]. На Гусевогорском месторождении F/Cl отношение в апатите из рудного пироксенита составляет 1,8. В рудах Волковского месторождения F/Cl отношение в апатитах колеблется в пределах 0,78-2,58 (среднее 1,33).

Металлогения средней островодужной стадии характеризуется прежде всего формированием колчеданного оруденения, связанного с продуктами базальтоидного вулканизма спилит-диабаз-кремнистой, спилит-кварц-альбитофировой и андезит-дацитово-формации. Среднее отношение F/Cl в апатитах из вмещающих колчеданное оруденение вулканитов, околорудных метасоматитов и руд составляет 4,6.

На предконтинентальной и континентальной стадиях развития палеозойской геосинклинали развивается оруденение, связанное с вулканоплутоническими интрузивными комплексами и сопровождающими их осадочными отложениями, которые локализуются в систему наложенных вторичных поясов, характеризующих режим активной восточной окраины палеоокеана. Вулканоплутонические комплексы сложены андезитами, андезито-дацитами, трахитами, гранодиоритами, тоналитами, диоритами, монцонитами. С этими комплексами связано оруденение магнетит-скарновое, медно-порфировое, медно-молибден-порфировое, золоторудное и полиметаллическое.

Среднее значение отношения F/Cl в апатитах: для магнетит-скарнового оруденения - 2,8, для медно-порфирового оруденения - 5,1, для золото-сульфидно-кварцевого оруденения - 190,0 (см. таблицу).

Железорудные магнетит-скарновые месторождения связаны с гранитоидами габбро-гранитного формационного типа, где отношение F/Cl в апатитах находится в пределах 3,2-9,2 (в среднем 6,2), медно-порфировое оруденение - с андезитоидными вулканическими гранитоидами тоналит-гранодиоритового формационного типа, развитыми на островодужной коре, где отношение F/Cl в апатитах колеблется в пределах 5,9-60,0 (в среднем 20,3). Золото-сульфидно-кварцевое оруденение связано с плутоническим тоналит-гранодиоритовым типом гранитоидов, развитых на континентальной коре, где отношение F/Cl в апатитах 25-85 (в среднем 61,4). Из вышеизложенного следует четкий вывод о том, что F/Cl отношение в апатитах возрастает в эволюционном ряду формационных типов гранитоидов и, соответственно, связанных с ними типов оруденения.

В поздний континентальный период в Восточно-Уральском и Зауральском поднятиях формировались плутонические водные гранитоиды, с которыми связаны самоцветные и редкометалльные пегматиты (Мурзинский, Адуйский и другие массивы). Отношение F/Cl в апатитах из гранитов Адуйского массива колеблется в пределах 119-396, составляя в среднем 230, а из пегматитов Адуйского массива - в пределах 300-354, среднее 327, что свидетельствует о высокой

**Содержание F и Cl в апатитах и биотитах из различных типов
эндогенного оруденения Урала, мас. %**

№ п.п.	Тип ору- денения	Геодина- мический режим	Апатиты .			Биотиты		
			F	Cl	F/Cl	F	Cl	F/Cl
1	Редкоме- тальное (n=11)	Посткол- лизион- ный	2,84-3,58/ 3,22	0,01-0,03/ 0,02	155-284/ 200,5	1,74-2,50/ 1,96	0,01-0,02/ 0,01	125-134/ 130,7
2	Пегмати- ты (n=15)	Коллизи- онный	3,62-4,08/ 3,85	0,01-0,02/ 0,01	216-396/ 306	2,38-3,59/ 2,92	0,01-0,05/ 0,03	116-119/ 118
3	Золото- сульфид- но-квар- цевое (n=11)	Предкол- лизионн- ный	2,20-3,72/ 3,01	0,01-0,04/ 0,02	85-300/ 19	0,30-0,67/ 0,39	0,01-0,02/ 0,02	26,5-34,4/ 30,2
4	Скарново магнети- товое (n=38)	Позднео- строво- дужный	0,93-2,49/ 1,88	0,20-1,50/ 0,93	2,0-8,5/ 3,			
5	Медно- порфиро- вые (n=18)	Позднео- строво- дужный	1,56-2,17/ 1,84	0,36-0,57/ 0,52	4,0-6,4/ 5,			
6	Медно- колчедан- ное (n=33)	Раннеос- трово- дужный	1,63-2,76/ 2,15	0,36-0,87/ 0,55	3,7-5,2/ 4,			
7	Титано- магнети- товое (n=26)	Рифто- генный	1,30-1,74/ 1,56	0,13-0,31/ 0,24	5,0-13,4/ 7,4			
8	Желези- стые кварциты (n=12)	Протоге- осинкли- нальный	2,40-2,64/ 2,50	0,16-0,37/ 0,26	12,0-17,9/ 15,0			

П р и м е ч а н и е. Месторождения рудопроявления: 1 - Малышевское, Шотинское, Кременкульское и др. - редкометальные граниты, грейзены; 2 - редкометальные пегматиты Адуйского массива и ильменогорского комплекса; 3 - Кочкарское и Березовское месторождения - березиты и околорудноизмененные граниты; 4 - скарны и магнетитовые руды Магнитогорского, Лебяжинского, Естюнинского и других месторождений; 5 - Верхнеуральское, Тарутинское и Новониколаевское месторождения - рудоносные порфировые комплексы; 6 - Подольское, Гайское, Молодежное, Чебачье, Новошешурское месторождения - вмещающие вулканогенные породы, околорудные метасоматиты и руды; 7 - Кузинско-Копанская группа месторождений - габброиды и титаномagnetитовые руды; 8 - Радостное месторождение - железистые кварциты и метаморфиты тараташского комплекса. n - количество проб апатита, использованных для подсчета среднего; в числителе - пределы содержаний F и Cl в апатитах, в знаменателе - среднее содержание.

концентрации фтора в остаточном гранитном расплаве. На это же указывает наличие в пегматитах флюорита и топаза. Отношение F/Cl в биотитах 118.

Позднепалеозойско - мезозойской активизацией завершается эндогенная металлогения Урала, преимущественно редкометального профиля. Последняя связана в основном с гранитами адамеллит-гранитного формационного типа. Сюда относятся редкометальные рудопроявления Лонгот-Юганской зоны (Полярный Урал), а также рудопроявления Малышевского, Шотинского, Шамейского массивов и Ильменских гор. Среднее значение F/Cl отношения из редкометаль-

ных рудопроявлений (Малышевское, Шотинское) составляет 200,5 (см. таблицу). Оно близко к таковому в апатитах из гранитов Адуйского массива. Отношение F/Cl в биотитах среднее 130,7 (пределы 125-134). Для коровых гранитоидов и связанных с ними месторождений наиболее показательны F/Cl отношения в биотитах, имеющих тенденцию к увеличению - от золото-сульфидных-кварцевых к редкометальным месторождениям.

Таким образом, установлено, что F/Cl отношения в апатитах и в других минералах коррелируются с закономерным изменением рудной специализации гранитоидных формаций. Наблюдается увеличение концентраций Cl при снижении F/Cl отношений от золоторудных месторождений к медноколчеданным и далее к наиболее хлороносным - скарново-магнетитовым. Редкометальные месторождения связаны с гранитоидами, характеризующимися наиболее высокими F/Cl отношениями (до 200 и более). Это свидетельствует, что основными переносчиками Fe, Cu, Pb, Zn, в какой-то мере и Au, являются хлоридные их соединения, а редких металлов (Be, Li, Rb, Cs, Ta, Nb и др.) - фторидные.

Список литературы

1. Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192с.
2. Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Распределение фтора и хлора между апатитом и биотитом как показатель флюидного режима и генезиса гранитоидов // Докл. АН СССР. 1982. Т. 266, №5. С. 1260-1263.
3. Пушкарёв Е.В., Гуляева Т.Я. Поведение галогенов в дифференцированном разрезе Восточно-Хабарнинского комплекса // Ежегодник-1991 / Ин-т геологии и геохимии. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 67-69.
4. Ферштатер Г.Б., Пушкарёв Е.В. Нефелиносодержащие тылаиты в дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации платиноносного пояса Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1992. №4. С. 74-84.
5. Фоминых В.Г. Фтор и хлор в сосуществующих апатитах и амфиболах пород и руд титаномагнетитовых месторождений Урала // Геохимия. 1974. №3. С. 484-487.