

ПРОЦЕССЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ Ta, Nb, Zr И Hf, СВЯЗАННЫЕ С ГРАНИТОИДНЫМ МАГМАТИЗМОМ, ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ Т.И.Щекина, Е.Н.Граменицкий

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

Вестник ОГТГН РАН № 5 (15) 2000 т.1

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dggms/5-2000/magm39

Проблемы связи оруденения с интрузиями и источника рудного вещества актуальны все время существования геологии. На современном этапе наметился путь их решения благодаря признанию роли в процессах минералообразования водносолевых жидких фаз (флюидных расплавов), осуществляющих эффективную экстракцию рудных компонентов. Для редкометалльных гранитов и нефелиновых сиенитов наибольший интерес представляет изучение соответствующей модельной системы с фтором.

Были экспериментально изучены фазовые отношения на ликвидусе системы $\text{NaAlSiO}_4\text{-KAlSiO}_4\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, в которой часть кислорода заменена фтором [1], а также распределение Ta, Nb, Zr, Hf, Ba и P между несмешивающимися силикатным и алюмофторидным расплавами в этой системе. Все эксперименты проводились при температуре 800°C и давлении 1 кбар на гидротермальной аппаратуре (типа бомб Таттла) в течение 3-4 дней. Эксперименты по распределению элементов проведены для 12 исходных составов: K-, K-Na и Na-, соответствующих модельному гранитному составу, Na-Al, составу, пересыщенному глиноземом, Li- содержащим составам, моделирующим Li-F граниты и нефелиннормативному составу, обозначаемому Ne. Проведено сравнение полученных результатов с особенностями природных объектов.

На основании экспериментальных данных уточнены границы области несмесимости в агпаитовой плюмазитовой и богатой кремнеземом части системы. Показано, что область расслоения продолжается в нефелиннормативную часть системы.

В равновесии алюмосиликатного и алюмофторидного расплавов Ta, Nb, Zr и Hf концентрируются в первом. Данные подтверждают ведущее значение кристаллизационной дифференциации в концентрации рассматриваемых элементов. Отделение алюмофторидного расплава усиливает этот эффект. Коэффициент разделения силикатный/флюидный расплав существенно уменьшается при введении в систему лития [2], особенно для Zr и Hf (для последнего коэффициент становится близким к единице). Кроме лития, на величины коэффициентов разделения рассматриваемых элементов между расплавами влияют вариации соотношений K и Na в системе, насыщенность системы кремнеземом, ее агпаитность и замена части фтора на углекислоту. Тенденции изменения неодинаковы, вплоть до прямо противоположных для близких в химическом отноше-

нии элементов, вследствие чего меняются величины их отношений (геохимических индикаторов). Полученные экспериментальные результаты объясняют известные закономерности уменьшения Zr/Hf и Nb/Ta отношений в поздних фазах гранитных комплексов; накопление Nb и Zr в гранитах натриевого, а Ta и Hf - калиево-натриевого профиля; отсутствие накопления Zr (в отличие от Nb и Ta) в заключительных дифференциатах литий-фтористых гранитов. В нефелиннормативной области экспериментальные данные согласуются с наиболее общими особенностями геохимии Nb и Ta. Первый из них накапливается главным образом в нефелиновых сиенитах, а второй - в гранитах. Nb большую роль играет в агпаитовых породах, в то время как для Ta заметно повышенные концентрации характерны только для плюмазитовых.

Экспериментальные данные не дают указаний на возможную концентрацию рассматриваемых элементов в постмагматических процессах. Однако, при введении в систему углекислоты коэффициенты разделения Nb для агпаитовых нефелин-нормативных составов закономерно снижаются, в то время как для всех кварц-нормативных - возрастают (рис.). Именно с агпаитовыми нефелиновыми сиенитами ассоциируют карбонатиты с промышленными концентрациями Nb.

В экспериментах также получены данные по распределению Ba и P. Геохимия Ba в магматических процессах, с одной стороны, и Nb, Ta, Zr, Hf - с другой, во многих отношениях прямо противоположны. То же можно сказать об их распределении между силикатным и фторидным расплавами. Известное понижение кларка Ba в лейкократовых гранитах и аляскитах может быть объяснено как его рассеянием в виде изоморфной примеси в полевых шпатах на ранних стадиях кристаллизационной дифференциации, так и экстракцией во фторидную жидкость с коэффициентом разделения 0.03 - 0.15. В то же время в натриевой части системы коэффициент разделения больше единицы, что согласуется с повышением содержания бария в плагиогранитах. В литийсодержащих частях системы резко уменьшаются до 0.02-0.05 коэффициенты разделения P и Ba - элементов, не характерных для Li-F гранитов. Они практически полностью отделяются с фторидным расплавом. В нефелиннормативных частях системы коэффициенты разделения бария больше 1, что согласуется с повышением содержания Ba в нефелиновых сиенитах.

1. Граменицкий Е.Н., Щекина Т.И. Фазовые отношения в ликвидусной части гранитной системы с фтором // Геохимия. 1993. № 6. С.821–840.
2. Shchekina T.I., Gramenitskiy E.N. The genetic connection of rare-metal deposits with granites according to experimental data // Abstracts of EUG 9 Union Symposia. Strasbourg: Terra Nova, 1997. V.9. № 1. P. 530.