

Г. Б. Ферштатер, Ф. Беа, Е. А. Зинькова

ЛАТЕРАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ВЕРХИСЕТСКОГО БАТОЛИТА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Верхисетский батолит, расположенный вблизи г. Екатеринбурга, - это крупнейший на Урале массив тоналит-гранодиоритовой формации. Массив залегает среди вулканогенно-осадочных и интрузивных пород и, судя по наличию магматического эпидота и данным плагиоклаз-роговообманкового геобарометра, сформирован при водном и общем давлении 6-8 кбар [3].

В Верхисетском массиве выделены четыре серии: малокалиевая таватуйская тоналит-гранодиоритовая, несколько более богатая калием северская тоналит-гранодиоритовая, калинаторовая исетская тоналит-гранодиоритовая и аятская адаметлит-гранитная.

Для пород первых трех серий выявлена четкая геохимическая зональность, которая заключается в том, что в породах главной интрузивной фазы каждой серии ($\text{SiO}_2=64-67\%$) с запада на восток возрастает содержание таких некогерентных элементов, как Be, Rb, Cs, Th, Nb, уменьшаются отношения K/Rb , Th/U , Nb/Ta и Ba/La (рис. 1, 2).

По большинству из названных параметров породы всех трех серий образуют **однаправленные** тренды. Лишь одна из них, а именно северская тоналит-гранодиоритовая серия характеризуется пониженным Th/U отношением. Она же выделяется и более высоким содержанием Sr, чем обусловлено появление двух латеральных трендов этого элемента: более крутого для тоналит-гранодиоритовых и пологого - для тоналит-гранодиоритовых серий. Отношение Ba/La в породах Верхисетского массива изменяется в тех же пределах, что и в породах Новобританской островной дуги с удалением от глубоководного трога (см. рис. 2).

Одинаковое содержание кремнезема и других петрогенных элементов в породах позволяет исключить ряд возможных причин наблюдаемой зональности: это не может быть изменение степени плавления или различная степень фракционирования. Гораздо сложнее определить истинную причину зональности. Современное состояние петрологии не позволяет однозначно интерпретировать полученные данные.

Однаправленные латеральные геохимические тренды для пород трех рассматриваемых серий Верхисетского массива свидетельствуют о связи генезиса серий с единым процессом, которым могла быть субдукция.

В этом смысле обращает на себя внимание, что геохимическая зональность хорошо проявлена именно для тех элементов, для которых особенно велик вклад субдукции в магматический источник [5]. В направлении погружения зоны субдукции возрастают мощность континентальной коры и ее роль в магмогенерации, что, возможно, является причиной роста содержаний некогерентных элементов. Во всяком случае, это наиболее простой вариант объяснения роста содержаний тех элементов, которые концентрируются в сиалической континентальной коре.

Рассмотренная геохимическая зональность Верхисетского массива является частью общей зональности гранитоидов окраинно-континентальной зоны [3], и, следовательно, можно говорить об единой зональности на всех уровнях: в рамках одной серии, массива и зоны в целом. Подобная картина установлена и для

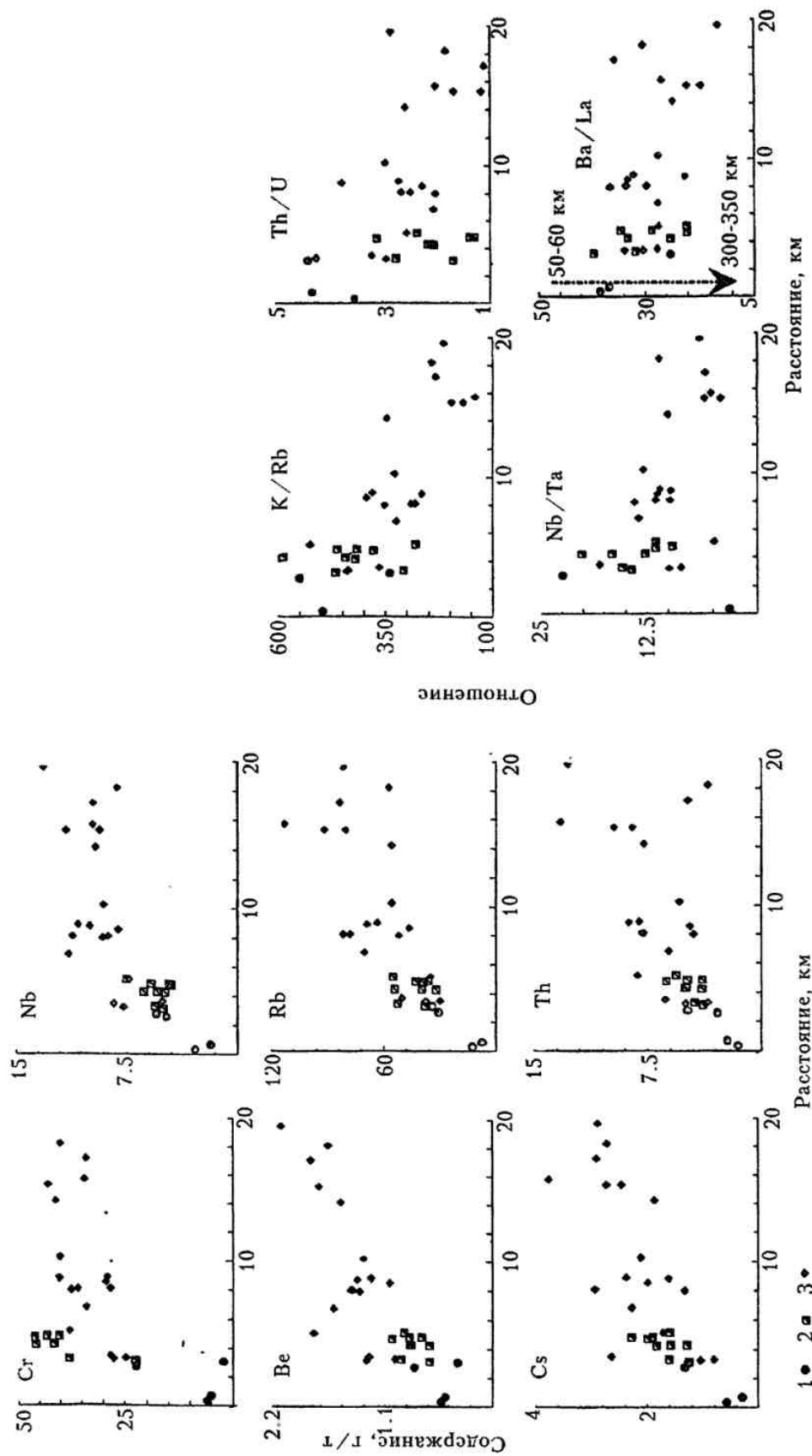
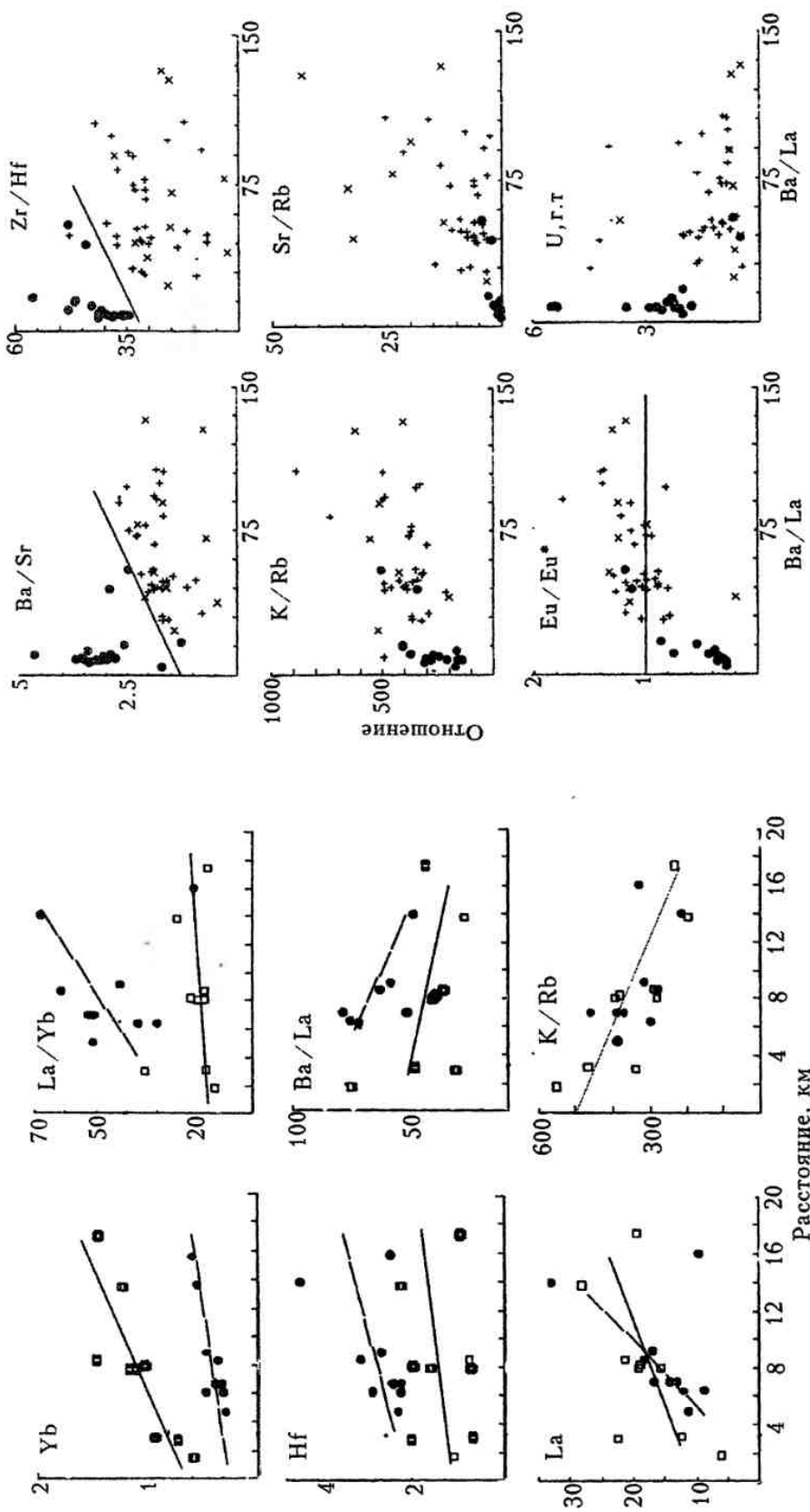


Рис. 1. Изменение концентраций некоторых редких элементов (г/т) в гранодиоритах ($\text{SiO}_2=65-67\%$) Верхисетского массива с удалением от западного контакта на восток.

Серии: 1 - тавагуйская тоналит-грандиоритовая, 2 - северская тоналит-грандиоритовая, 3 - исетская тоналит-грандиоритовая

Рис. 2. Изменение отношений некоторых редких элементов в гранодиоритах ($\text{SiO}_2=65-67\%$) Верхисетского массива с удалением от западного контакта на восток.

Обозначения те же, что на рис. 1



1 • 2 × 3 •

Рис. 3. Изменение концентраций некоторых редких элементов (г/т) и их отношений в адамеллитах ($\text{SiO}_2=67-68\%$) тоналит-троңдьемитовых и тоналит-гранодиоритовой серий (*квадраты*) и в гранитах ($\text{SiO}_2=73,5-74,5\%$) адамеллит-гранитной серии (*кружки*) Верхисетского массива с удалением от западного контакта на восток

Рис. 4. Диаграммы, показывающие отношения некоторых элементов в гранитах ($\text{SiO}_2=70-75\%$) Мурзинского (палеоконтинентальная зона) и Верхисетского (окраинно-континентальная зона) массивов.

1 - анатектические граниты Мурзинского массива, 2, 3 - граниты Верхисетского массива: 2 - тесно связанные с гранитоидами повышенной осадочности, 3 - образующие крупные однородные тела и относящиеся к шитовой адамеллит-гранитной серии

западной окраины Северо-Американского континента, в частности, в батолите Сьерра-Невада [4]. Наше исследование отличается тем, что оно выполнено на породах с фиксированным содержанием кремнезема, что позволяет, как отмечалось, значительно сузить возможные варианты интерпретации полученных результатов.

В породах с более высоким содержанием кремнезема, которые представляют адеманиты (67-68%), являющиеся внутрикамерными дифференциатами гранодиоритов, и граниты щитовской серии (73.5-74.5% кремнезема), отмеченные пространственные вариации состава проявлены достаточно наглядно (рис.3).

В первом случае очевидно, что вариации состава адеманитов обусловлены вариациями в составе исходной для них гранодиоритовой магмы. Что же касается гранитов аятской серии, то они не обнаруживают столь тесной связи с предшествующими гранодиоритами и адеманитами, образуя крупные самостоятельные тела.

Для объяснения вариаций их состава, а также генезиса можно использовать две модели: граниты - глубинные дифференциаты гранодиоритов исетской серии (1) или граниты как продукты частичного переплавления гранодиоритов и адеманитов всех трех предшествующих серий (2). Сейчас мы заняты проверкой этих моделей.

Во всяком случае геологически представляется весьма вероятной связь гранитов с предшествующими гранодиоритами. Геохимические данные весьма наглядно подтверждают это предположение. Все граниты массива обладают некоторыми общими геохимическими особенностями, которые отличают их от анатектических гранитов палеоконтинентальной зоны (рис.4).

В первую очередь, это касается Ba/La отношения, которое в верхисетских гранитах значительно выше, чем в гранитах палеоконтинентальной зоны, и отвечает островодужным (и добавим, окраинно-континентальным), т.е. надсубдукционным, породам. Отсутствие в последних Eu аномалии объясняется наличием магматического эпидота [2]. Верхисетские граниты, кроме того, заметно отличаются пониженным содержанием фтора [1].

Вопрос о различиях состава и природы гранитов Верхисетского массива и водных плутонических гранитов стоит давно, но только сейчас с появлением новых высококачественных анализов редких элементов он может быть решен. Отмеченные различия в содержаниях и отношениях ряда элементов отражают разный генезис и магматический источник гранитов окраинно-континентальной зоны, являющихся производными андезитовой или дацитовой по составу магмы или продуктами переплавления соответствующих пород, с одной стороны, и коровых анатектических гранитов палеоконтинентальной зоны - с другой.

Список литературы

1. Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192 с.
2. Зинькова Е.А., Ферштатер Г.Б. О природе гранитов полиформационного Верхисетского массива (Средний Урал) // Ежегодник 1994 / Ин-т геологии и геохимии. Екатеринбург: УрО РАН, 1995. С.73-74.
3. Орогенный гранитоидный магматизм Урала // Г.Б.Ферштатер, Н.С.Бородин, М.С.Рапопорт и др. Миасс, 1994. 250 с.
4. Bateman, P.C. Plutonism in the Central part of the Sierra Nevada batholith, California. U.S. Geol.Surv.Prof.Paper 1483. Washington. 1992. 186 p.
5. Pearce, J.A., Baker, P.E., Harvey, P.K., Luff, L.W. Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the South Sandwich island arc // J.Petrol., 1995. V.36, N 4. P.1073-1109.