

УДК 551.14

Р. ЗЕЙМ

К ГЕОХИМИИ ПЕРИМАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГРАНИТИЗАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ МАССИВА БРОКЕН (ГАРЦ—ГДР)

ВМЕСТО ВВЕДЕНИЯ

Многофазный плутон Брокен (165 кв. км) расположен в центральной части ГДР и дискордантно прорывает герцинские (варисцийские) структуры Гарца, сложенные породами среднего-верхнего девона и нижнего карбона (кульма).

Согласно современным воззрениям и нашим наблюдениям (1967—68), слагающие плутон интрузивные массивы внедрились в течение сжатого отрезка времени в следующей последовательности: I—гарцбургиты-габброиды (Гарцбург); II—кварц-биотитовые-амфиболовые габбро; кварцевые диориты и гранодиориты (Брокен); III—порфиroidные и пегматитовые граниты (Брокен, Окер, Ильзенбург); IV—кварц-биотитовые, двуслюдяные лейкограниты (Рамберг, Боде).

Массив Брокен обладает широким полем приконтактового метасоматоза (район ст. Дрей Аннен Хове), детально изученным проф. Р. Зеймом (Грейфсвальдский Университет). Некоторые результаты этих исследований изложены в приводимой ниже статье.

Сопоставление изученных петролого-геохимических эффектов с палингенно-метасоматическими процессами, известными в пределах Мисхано-Зангезурской интрагеосинклинали Армении (Памбакский, Гамзачиманский, Гехаротский и Мегринский интрузивы) будет способствовать реальной оценке и пониманию роли этих процессов.

ГЕВОРКЯН Р. Г.

При тщательных петрологических исследованиях различных типов гранитов и их вмещающих пород, удалось показать, что в контактовом ореоле массива Брокен (Гарц) в разных местах произошли аллохимические преобразования пород. Из пелитовых пород (глинистых сланцев нижнего-среднего девона) и из габбро-диоритовых интрузивных пород развились при контаминации метасоматиты, которые характеризуются гранитным химизмом.

Установленные при этом вещественно-генетические соотношения между процессами застывания гранитов и метасоматоза в пределах интрузивного тела показаны на следующей схеме:

Метасоматические процессы в массиве Брокен
и его контактовый ореол

Эндометасоматоз (дейтерическая фаза)	Контактовый метасоматоз
<p>а) дейтеробластическое преобразование гранитов Брокена: $K(Na)$ — полевой шпат частично вытесняет плагиоклаз; срастание кварца и кали-полевого шпата как «реакционные выделения в пределах одного зерна» (по Дрешер—Кадену); остаточные выделения альбита и подобные явления</p>	<p>а) метасоматические преобразования ниже-среднедевонских глинистых сланцев у Дрей-Аннен-хоне в порфиробластические контактовые породы с многочисленными макрокристаллами из кварца и кали-полевого шпата</p> <p>б) метасоматическое преобразование габбро-диоритов в гранодиоритовые породы в пределах гранито-диоритовой зоны массива Брокен</p>
Очень распространен	Ограничен
<p>Воздействие гранитно-магматических, богатых SiO_2 и K_2O остаточных растворов, которые возникли в ходе застывания гранита Брокена («интрузив гранит» по Эрдманнсдёрферу) и лишь частично смогли переместиться</p>	<p>Воздействие изменяющегося направления градиента давления (или диффундирующего в направлении градиента концентрации), богатыми SiO_2 и K_2O гранито-магматическими остаточными растворами.</p> <p>Содержание K_2O в этих растворах быть может повышалось из-за преобразований гранофировых вкрапленников гранита</p>

Кремнекислотно-калиевый метасоматоз

Отсюда видно, что как дейтеробластические процессы в граните, так и явления гранитизации вмещающих пород сводятся к воздействию гранитно-магматических остаточных растворов, которые производили кремнекислотный-калиевый метасоматоз.

Сравнительно ясно выглядит гранитизация габбро-диоритовых типов пород. Из габбро-диоритов возникает ряд пород гранодиоритов до гранитов, пути развития которых изображены в треугольнике кварц-калиевый полевой шпат—плагиоклаз (рис. 1).

Гранитизация иногда связана с прототектоническими трещинами диорита. В этом случае возникают «трещины отдельности», как они были описаны еще Гудспидом [3] для других областей. При сравнении с модальным составом гранита Брокена оказывается, что путем скачкообразного повышения содержание кварца и непрерывного прироста кали-полевого шпата достигается гранитный состав (рис. 2). В диорите образуется темная узкая зона с повышенным содержанием Ca, Mg и Fe,

однако всего лишь ничтожная часть мобилизованных элементов могла быть зафиксирована в этой зоне.

Изменения в химизме пород при объемном преобразовании можно принять, исходя из результатов химических анализов пород и их перес-

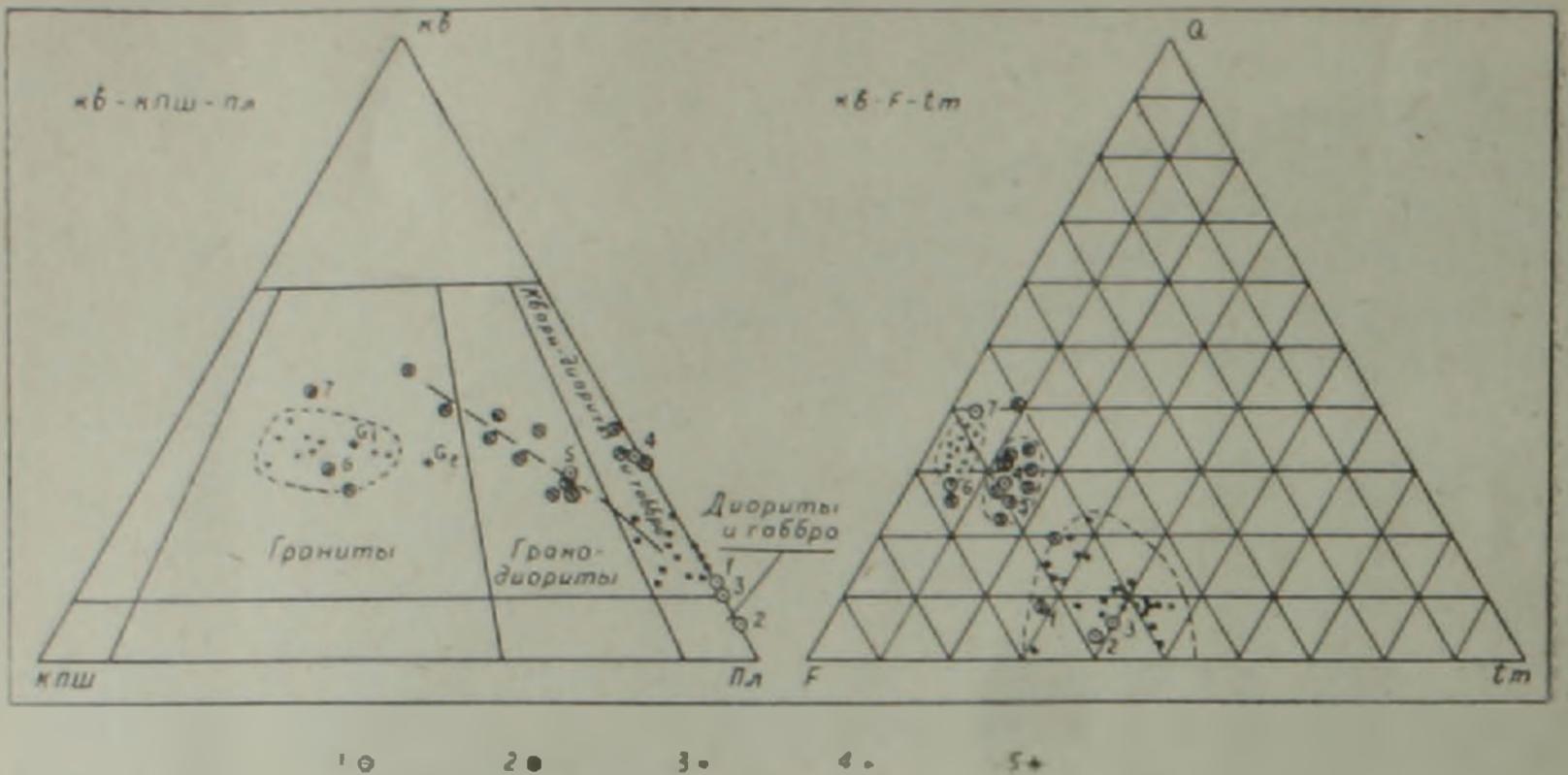


Рис. 1. Модальный состав различных типов пород включительно и кристаллических диоритов из зоны контакта гранит-диорит в системе треугольников Кв-КПШ-Пл и Кв—F-tm; 1—дайки прорывания, 2—кристаллобластический диорит; 3—кварцевый диорит; 4—граниты; 5—точки эвтектондность— (Gr_2) идеального гранита (Gr_1).

счета на стандартную ячейку Барта [1] (табл. 1). Если пренебречь небольшими отклонениями, то имеется существенная разница между химизмом гранита Брокена и химизмом гранитизированных диоритов лишь для значений содержаний Na, Ca и Fe. Из расчета баланса вещества можно сделать вывод, что метасоматическое преобразование габбро-диоритовых пород производилось растворами, особенно богатыми кальцием и кремниевой кислотой. Перед фронтом вытеснения обогащались или выносились в основном такие элементы, как кальций, магний и железо.

Контактово-метасоматическое преобразование глинистых сланцев у восточного контакта гранитного массива Брокен представляет собой существенно более сложный случай. На месте можно наблюдать переходы от слабо измененных глинистых сланцев к кварцевым и калиево-полевошпатовым порфиробластическим контактными образованиям, в которых иногда еще содержатся реликты глинистых сланцев. Метасоматический характер подтверждается тем, что преобразование в начальной стадии протекает по S-поверхностям глинистых сланцев, как по поверхностям наилучшей проницаемости.

В показанном образце хорошо видно метасоматическое преобразование вдоль S-поверхностей в виде вкрапленников полевого шпата в глинисто-сланцевом роговике. На конечной стадии образовались светло-серые приконтактные породы, которые состоят от грано—до лепидобластических кварц-мусковит-ортоклазовых ассоциаций, содержащих средне-крупнозернистые выделения кварца и кали-полевого шпата.

Таблица 1

Химический состав диоритов и прорывающих граниты жил

Окислы	2	3	4	7
SiO_2	52,9	53,30	66,80	76,40
TiO_2	0,92	0,80	0,88	0,27
Al_2O_3	16,3	16,00	14,80	12,90
$Fe_2O_3^*$	9,19	9,20	4,74	1,01
MnO	0,16	0,16	0,07	0,025
MgO	5,71	5,59	1,80	0,28
CaO	8,87	8,86	4,58	0,49
Na_2O	2,67	2,96	2,92	1,67
K_2O	0,91	0,72	1,88	5,70
P_2O_5	0,13	0,09	0,20	0,05
н.п.п.	1,94	2,47	1,55	0,98
H_2O	0,22	0,26	0,10	0,06
Сумма	99,9	100,4	100,3	99,8

* Суммарное железо.

Стандартные числа Барта

Катион	K^+	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Fe^{+3}	Al^{+3}	Si^{+4}	Ti^{+4}	P^{+5}	O^{2-}	OH^-
Порода Д	1,3	4,8	7,8	6,3	6,7	15,6	52,7	0,2	0,2	149,7	10,3
2	1,2	5,2	8,9	7,9	6,4	17,8	49,4	0,6	0,1	154,0	6,0
4	2,0	5,0	4,3	2,4	3,1	15,1	58,1	0,6	0,2	150,7	9,3
7	6,2	3,0	0,5	0,4	0,7	13,0	65,3	0,2	0,1	154,2	5,8
G	6,1	5,2	1,2	0,4	1,7	13,8	63,4	0,1	0,1	155,6	4,4

Примечание: Д — диорит восточной контактовой зоны массива Брокен.
G — гранит Брокена; 2, 4, 7 — номера на рис. 2.

Баланс вещества

Привнос:	4,9 K^+	Вынос:	1,8 Na^+
	12,7 Si^{+4}		7,3 Ca^{+2}
			5,9 Mg^{+2}
			6,0 Fe^{+3}
			2,6 Al^{+3}
			0,1 P^{+5}
			4,5 $(OH)^-$

23,7 металл-атомов и
4,5 OH^- ионов

Комбинация фаз мусковит-кали-полевошпатового состава для пелитовых исходных пород рассматривается для случая калиевого метасоматоза по Тернеру и Ферхугену [4] в качестве переходной для амфиболитовой фации.

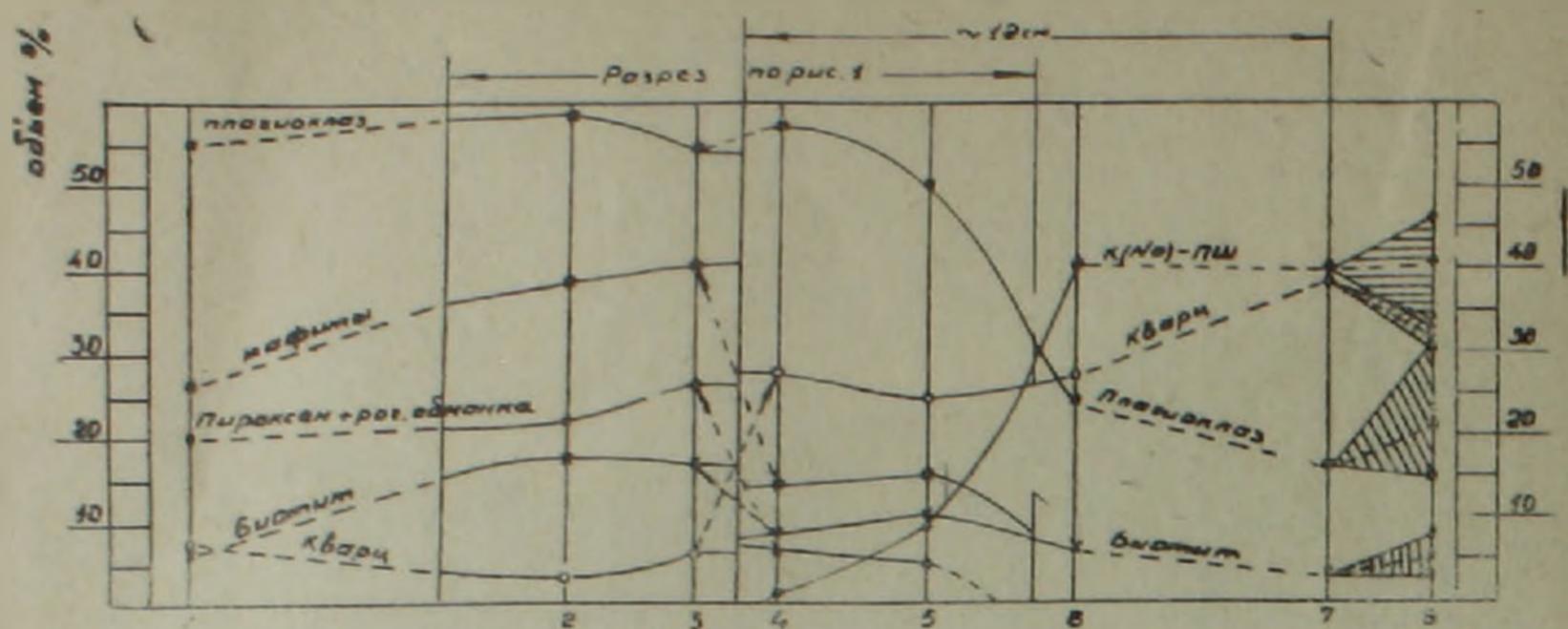


Рис. 2. Вариационная диаграмма минерального состава отдельных зон и сравнение с модальным составом разновидностей диоритов и гранитов массива Брокен.

Из изучения распределения главных элементов внутри контактной зоны вытекает, что произошло приближение к гранитному химизму. Вынос калия и кремнекислоты из гранита в приконтактную зону можно успешно сопоставить с переносом вещества в термическом градиенте между 620°C и 780°C (при $P \text{ H}_2\text{O} = 2000 \text{ бар}$), экспериментально установленным Винклером (1965). Этот автор наблюдал, используя в качестве исходного материала гранитную минеральную смесь с соотношением кварца к плагиоклазу и щелочному полевоому шпату равным $1 : 1 : 1$ при добавке 10% биотита, преобладающее перемещение кварца в термическом градиенте и менее значительное перемещение полевого шпата. Он пишет: «Эти эксперименты показали, что надкритическая вода, которая находится в контакте со смесью из кварца и полевых шпатов при 2000 барах и 600°C растворяет все минералы, причем этот надкритический раствор, который контактирует со смесью из кварца и полевых шпатов, более существенно обогащается кремнекислотой, чем компонентами калия и натриевых полевых шпатов, так как растворяется значительно большее количество кварца нежели полевого шпата».

Из мобилизованных главных элементов Ca, Mg и Fe внешняя контактная зона обогащалась лишь кальцием. В шлифе эта аккумуляция кальция дает о себе знать в качестве основного минерального компонента в виде известково-силикатных агрегатов с диопсидом, гематитом, эпидотом и гроссуляром.

И здесь можно, следовательно, заметить различия между «внутренним» и «внешним» метасоматозами, как это описал Флойд [6] для Ленда и Ауреола (Корнуолл). В большинстве из проб глинисто-сланцевых метасоматитов было исследовано распределение редких элементов в пределах контактной зоны. При сравнении с содержанием редких элементов в гранитах Брокена оказалось, что содержащиеся в глинистом сланце в значительном количестве элементы Sr, V, Ni, B, Cu, I и Co в ходе метасоматоза мобилизуются и происходит приравнивание содер-

жаний этих редких элементов к их уровням в граните. При таких P-T условиях в эндоконтактной зоне лишь бор большей частью зафиксировался в экзоконтактной зоне в форме боратных минералов аксинита и пренита. О распределении остальных редких элементов какие-либо суждения невозможны. Однако нельзя исключить возможность, что эти элементы скоплялись в рудных жилах с Co, Ni и Cu минерализациями на восточном фланге массива Брокен (палингенное гидротермальное оруденение в понимании Белетсева [2]). Внутри приконтактного дворика в гранитизированных глинистых сланцах олово и бериллий проявили слабую обогащенность.

Миграция главных и редких элементов, очевидно, связана с растворами, которые, в зависимости от меняющихся в пространстве и во времени уровней давлений, уходили из магмы в боковые породы или обратно из боковых пород в магму (инфильтрация или соответственно трансвопоризация). Представления о миграционных процессах в пределах интрузивов автором будут освещены подробнее в другой работе.

Перевод с немецкого
Р. Г. ГЕВОРКЯНА

Поступила 15.III.1978.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Барт Т. Теоретическая петрология. М., 1956.
2. Beletsew J. N. The origin of ore-forming solutions (russ). Bull. IXth Congress, Carpatho-Balkan Geological Association, Budapest, 115—123, 1970.
3. Goodspeed G. E. Dilation and replacement dikes. J. geol. vol. 48, 1940.
4. Turner F. J., Verhoogen J. Igneous and metamorphic petrology, 1, New-York, 1—602, 1951.
5. Winkler J. G. F. Die Genese der metamorphen Gesteine. Berlin, 1965.
6. Floyd P. A. The role of hydration in the Spatial distribution of metasomatic cations in the Land's Aureole Cornwall. Chem. Geology, S. 147—156, 1967.