

РЕАКЦИОННЫЕ АМФИБОЛОВЫЕ КАЙМЫ ВОКРУГ КСЕНОЛИТОВ КЛИНОПИРОКСЕНИТОВ: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ, ОСНОВАННЫЕ НА ИЗУЧЕНИИ СОСТАВА АМФИБОЛА

Клинопироксенитовые брекчии с гранитоидным или плагиоклазитовым цементом известны во многих массивах Платиноносного пояса Урала: Кытлымском, Качканарском, Тагило-Баранчинском и др. [2, 3, 9 и др.]. Клинопироксенитовые обломки во всех случаях окружены тонкими, не более 1-2 см, существенно амфиболовыми каймами, реакционная природа которых не вызывает сомнений. Используя методы локального рентгеноспектрального анализа (микроанализатор JXA-5) мы определили состав амфибола в реакционных зонах и показали, что он отличается как от первичного амфибола пироксенитов, так и от роговых обманок из гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации.

Нами были изучены ксенолиты клинопироксенитов из зоны эруптивных брекчий в контакте Уктусского дунит-клинопироксенит-габбрового и Большеседельниковского тоналит-гранодиоритового массивов, вскрытой небольшим карьером в 1,5 км к юго-востоку от плотины Нижнеисетского пруда. Помимо этого, исследовалась коллекция образцов пироксенитовых брекчий с гранодиоритовым цементом из Шабровского гранодиоритового массива, собранная в районе железнодорожного разъезда Седельниково. Шабровский и Большеседельниковский массивы считаются аналогами Верхисетского и Шарташского массивов, которые являются петротипами тоналит-гранодиоритовой формации на Среднем Урале. В геологическом отношении массивы приурочены к единой Петрокаменско-Верхотурской структурно-формационной зоне.

Пироксенитовые брекчии в Шабровском и Большеседельниковском массивах, несмотря на определенное сходство, имеют и заметные различия в минеральном составе ксенолитов и количественных соотношениях обломков и цемента. В Большеседельниковском массиве ксенолиты представлены среднезернистыми серовато-зелеными оливковыми клинопироксенитами.

Размер обломков широко варьирует от нескольких миллиметров до блоков в первые метры. Преобладающий размер 10-40 см. Форма обломков остроугольная, редко со слабо закругленными углами и ребрами. Объемные соотношения ксенолитов с гранито-

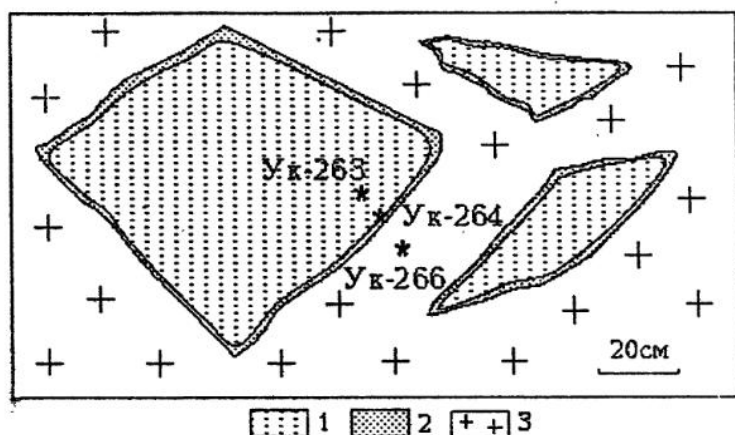
Химический состав амфиболов клинопироксенит-гранодиоритовых брекчий и гранодиоритов Большеседельниковского и Шабровского массивов, мас.%

Компо- нент	Ук-254*	Ук-255	Ук-257	Ук-258	Ук-263	Ук-264	Ук-265	Ук-266	Ук-101	Ук-104
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	51.81	50.30	48.49	48.05	40.46	52.29	48.04	46.00	45.26	46.38
TiO ₂	1.29	0.91	0.91	0.97	1.32	0.33	0.36	0.13	0.93	1.00
Al ₂ O ₃	3.59	5.41	4.53	5.07	15.33	4.52	6.16	6.37	7.71	6.94
FeO	14.04	15.25	14.58	14.12	11.78	14.02	14.30	19.28	18.16	17.38
MgO	13.97	13.72	14.92	16.15	15.14	13.53	16.25	13.51	11.35	12.39
MnO	0.29	0.42	0.37	0.34	0.08	0.26	0.24	0.53	0.48	0.57
CaO	11.11	11.14	12.14	12.61	12.27	11.32	12.10	10.97	11.54	11.69
Na ₂ O	1.45	0.78	0.91	1.00	1.47	0.75	1.16	1.27	1.35	1.51
K ₂ O	0.26	0.18	0.18	0.18	1.15	0.31	0.50	0.30	1.13	0.98
Сумма	97.79	98.11	97.03	98.48	99.01	97.32	99.13	98.36	97.91	98.84
F	0.36	0.38	0.35	0.33	0.30	0.37	0.33	0.44	0.47	0.44

* Большеседельниковский массив - Ук-254, 255, 257, 258; Шабровский массив - Ук-263, 264, 265, 266, 101, 104. 1, 3, 6, 7 - реакционная амфиболовая кайма; 2,4,8 - приконтактный гранодиорит; 5 - ксенолит клинопироксенита; 9, 10 - интрузивные гранодиориты. F - Fe/(Fe+Mg). Анализы выполнены на рентгеновском микроанализаторе JXA-5, аналитик Т.Я. Гуляева.

Рис.1. Схема отбора проб из клинопироксенит-гранодиоритовых брекчий.

1 - клинопироксенит; 2 - реакционная амфиболовая кайма (вне масштаба); 3 - приконтактовый гранодиорит



идным материалом цемента не постоянны, в большинстве случаев преобладают ксенолиты, реже - цемент. По химическому составу породы из ксенолитов соответствуют клинопироксенитам Уктусского массива, так же, как и последние, практически лишены примеси амфибола и магнетита. В Шабровском массиве брекчии приурочены к узкой (не более 20-30 м) зоне контакта крупного (несколько сотен метров) блока-ксенолита клинопироксенитов, окруженного со всех сторон гранодиоритами. Клинпироксениты представлены зеленовато-черными, крупнозернистыми и пегматоидными оливин-амфибол-титаномagnetитовыми разностями, близкими по минеральному составу к рудным пироксенитам Платиноносного пояса Урал. Количество титаномagnetита в этих пироксенитах достигает 10%, а амфибола - 20% и более. По сравнению с клинопироксенитами главного тела в ксенолитах практически полностью исчезает оливин, замещаясь агрегатом светлого амфибола, магнетита и хлорита. Размер ксенолитов обычно не превышает 20-40 см, а их количество, по отношению к вмещающим гранодиоритам, составляет в среднем не более 5-10%. В обоих случаях цемент брекчий представлен амфибол-биотитовыми и амфиболовыми гранодиоритами и плагиигранодиоритами. Вокруг всех обломков наблюдается черная амфиболовая кайма мощностью 1-10 мм (рис.1).

Второстепенным, но весьма характерным минералом реакционных амфиболовых оторочек является биотит, количество которого в шабровских брекчиях достигает 3-5%. Контакт каймы с вмещающим гранодиоритом во всех случаях абсолютно резкий, а внутрь ксенолита она исчезает постепенно. Кроме этого, в амфиболовой кайме, но в непосредственной близости к вмещающему гранодиориту отмечаются реликты клинопироксена. Оба этих факта показывают, что амфибололизация ксенолитов начинается непосредственно от их контактов с гранитоидами и развивается в глубь ксенолитов, т.е. приводит к замещению последних, но совершенно не затрагивает вмещающие породы. Нами был изучен состав амфиболов из ксенолитов клинопироксенитов, реакционных амфиболовых зон и вмещающих гранитоидов (см. таблицу), которые были сопоставлены с известными составами амфиболов из клинопироксенитов Уктусского массива (наши данные), пироксенитов и горнблендитов Платиноносного пояса Урала и гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации Среднего Урала (наши и литературные данные [1, 2, 5, 9]). Состав амфиболов из внутренних зон ксенолитов клинопироксенитов (вне зоны реакционных изменений) характеризуется высокими содержаниями глинозема ($Al_2O_3 > 10\%$), умеренными - титана ($TiO_2 = 1-2\%$), железистостью 0,20-0,30 и $Na+K > 0,5$ ф.е., т.е. полностью соответствует составам амфиболов из клинопироксенитов и горнблендитов Платиноносного пояса Урала, включая пироксениты Уктусского массива (рис. 2, а,б). С точки зрения современной классификации, эти амфиболы принадлежат ряду паргасит - гастингсит [10].

Амфиболы из реакционных амфиболовых оторочек, обрамляющих ксенолиты клинопироксенитов, характеризуются умеренно низким содержанием глинозема ($Al_2O_3 = 2-7\%$), $TiO_2 = 0,3-1,3\%$, железистостью 0,33-0,37, $Na+K < 0,5$, т.е. по классификации соответствуют актинолитовой роговой обманке (см. таблицу). По химическому составу к ним приближаются амфиболы из гранитоидов, цементирующих пироксенитовые ксенолиты (рис. 2, а,б). Эти особенности отличают их, как от амфиболов из пород Платино-

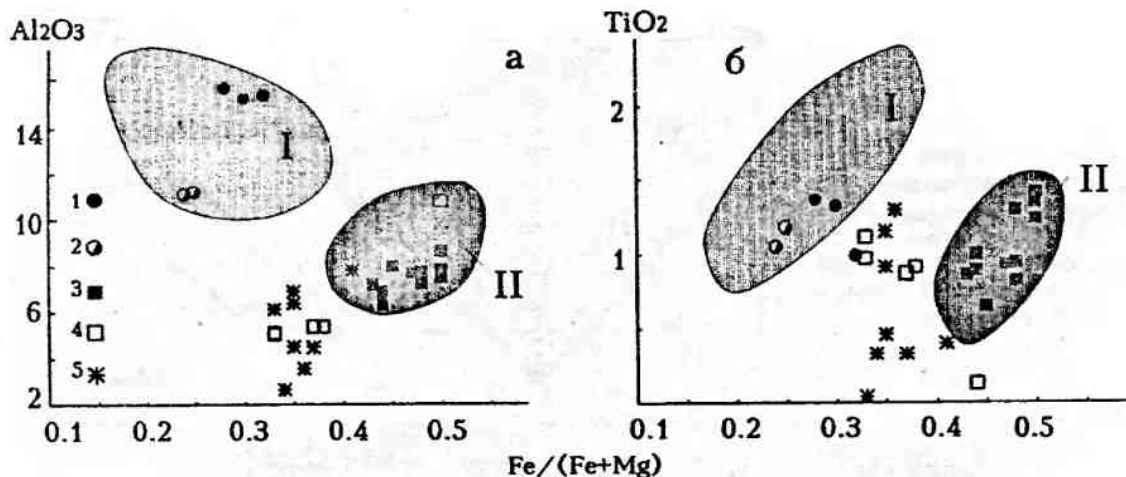


Рис. 2. Диаграммы - $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ (а) и - $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ (б).

Состав амфиболов: 1,3-Шабровский массив: 1-амфиболовые клинопироксениты, 3-гранодиориты главной фазы; 2-оливиновые клинопироксениты Уктусского массива; 4-приконтактные гранодиориты Шабровского и Большеседельниковского массивов, 5-реакционные амфиболовые каймы вокруг ксенолитов клинопироксенитов. Поля составов амфиболов: I - клинопироксениты и горнблендиты Платиноносного пояса Урала (наши данные и [2, 5, 8, 9]); II - гранитоиды тонолит-гранодиоритовой формации Среднего Урала (наши данные и [1])

носного пояса, так и от более железистых ($F=0,40-0,55$) и богатых щелочами ($\text{Na}+\text{K}>0,5$) амфиболов из гранодиоритов главной фазы (не эндоконтактных) Шабровского и Большеседельниковского массивов. Последние по составу отвечают эдениту-ферроэдниту (рис. 2, а,б).

Получены первые данные о вариациях химического состава амфибола в системе ксенолит клинопироксенита - метасоматическая амфиболовая зона - вмещающие гранитоиды. Помимо изученных нами брекчий, связанных с Уктусским, Большеседельниковским и Шабровским массивами, аналогичные образования известны в Кытлымском, Тагильском и других массивах Платиноносного пояса Урала [2,3]. Отметим, что выявленные нами закономерности подтвердились и на примере клинопироксенит-плагиоклазитовых брекчий Кытлымского массива (новые данные, не вошедшие в данную статью). Наши данные дополняют исследования А.П. Пономаревой [6] по химическому взаимодействию гранитоидных расплавов с различными геологическими средами. Геологические и петрографические наблюдения свидетельствуют, что образование реакционных амфиболовых зон происходит только за счет ксенолитов гипербазитов. Вмещающие гранитоиды участвуют в этом процессе только своим веществом, но не объемом. Глубина метасоматического проникновения и замещения ксенолитов новообразованным амфиболом во всех, описанных нами случаях не превышает 5-10 мм. В центральных зонах ксенолитов, не затронутых наложенной амфиболизацией, сохраняется первичный состав амфибола, соответствующий высокоглиноземистым паргаситам или гастингситам, аналогичным по составу амфиболом из клинопироксенитов и горнблендитов Платиноносного пояса Урала [2, 5, 8, 9]. Состав амфиболов из реакционных зон, так же, как из цементирующих пироксенитовые ксенолиты гранитоидов, соответствует низкоглиноземистым актинолитовым роговым обманкам, в которых содержания глинозема, щелочей и железистость заметно ниже, чем в главных фазах гранодиоритов. Состав амфиболов в последних соответствует эденитам-ферроэдниту. Следует отметить, что появление явных реакционных амфиболовых оторочек вокруг ксенолитов клинопироксенитов отмечается только при их взаимодействии с гранитоидным или плагиоклазитовым материалом. В известном нам примере клинопироксенитовых брекчий с амфиболовыми габброидами в цементе (молостовский комплекс Хабаровинского массива на Южном Урале) видимых реакционных амфиболовых зон не наблюдается. Падение содержаний глинозема, титана и в некоторых случаях щелочей в амфиболах из реакционных амфиболовых зон по сравнению с первичными амфиболами клинопироксенитов и гранитоидов является важным эмпирическим фактом, указывающим на невозможность образования высокоглиноземистых и обогащенных щелочами горнблендитов Платиноносного пояса Урала в результа-

те контактово-реакционного взаимодействия клинопироксенитов с более молодыми интрузивными породами, как это представлялось ранее [2, 3]. Об этом же свидетельствуют незначительные масштабы явления метасоматической амфиболизации (первые сантиметры), неспособные даже к полной переработке ксенолитов клинопироксенитов, размером 3-4 см. Следовательно, образование значительных по объему горнблендитовых массивов, возможно, связано с эволюцией водосодержащих пироксенитовых расплавов по механизму, предложенному ранее Г.Б.Ферштатером и Е.В.Пушкаревым [7]. Магматический генезис горнблендитов Платиноносного пояса Урала косвенно подтверждается существованием мелкозернистых жильных аналогов горнблендитов-иситов [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 95-05-14280).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушляков И.Н., Соболев И.Д. Петрология и минералогия гранитоидов Верхисетского массива. М.: Наука, 1976. с.
2. Ефимов А.А., Ефимова Л.П. Кытлымский платиноносный массив. М., Недра, 1967.
3. Ефимов А.А., Флерава К.В. Амфиболитовый метаморфизм и гранитизация габброидов Кумбинского массива (Северный Урал) в зоне древнего "горячего" тектонического шва // Докл. АН СССР. 1979. Т.245, №1. С.200-203.
4. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. М.: Из-во АН СССР, 1956.
5. Латыш И.К., Фоминых В.Г. О роговых обманках Первоуральского титаномагнетитового месторождения. Свердловск, 1960. С.101-119.
6. Пономарева А.П. Приконтактные явления и некоторые вопросы генезиса интрузивных гранитоидов. Новосибирск: Наука, 1992.
7. Пушкарев Е.В., Ферштатер Г.Б. Минералого-петрохимическая дискретность пород и проблема происхождения первичных расплавов дунит-клинопироксенит-габбровых комплексов // Актуальные проблемы магматической геологии, петрологии и рудообразования. Екатеринбург: УрО РАН, 1995. С. 100-119.
8. Фоминых В.Г. и др. Пироксениты Качканара. Свердловск: УФАН СССР, 1967.
9. Фоминых В.Г., Краева Ю.П., Ларина Н.В. Петрология и рудогенезис Качканарского массива. Свердловск, 1987.
10. Hawthorne C., Crystall chemistry of the Amphiboles // Reviews in Mineralogy. Amer., 1981. Vol.9A. P.1-95.