

**КОМБИНИРОВАННЫЕ ДАЙКИ И МАФИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ
В ГРАНИТОИДАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ:
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Пагрушева Г.Н., Цыганков А.А.
Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия
e-mail: gerka_85@mail.ru

**MELANOCRATIC ENCLAVES AND COMPOSITION DIKES IN THE GRANITOIDS
ANGARA-VITIM BATHOLITH: A COMPOSITION AND ORIGIN**

Patrusheva G.N., Tsygankov A.A.
Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia
e-mail: gerka_85@mail.ru

Wide spread of mafic microgranular enclaves (MME) in granitoids that belong to various geochemical types as well as common combined dykes are their specific peculiarities. These and those ones are considered by many authors as evidence of simultaneous introduction of mantle basalt magma and acid melt, with its sources being various. New geological, mineralogical-petrographical and geochemical data on MME (Burgassy intrusion, West Transbaikalia) have been obtained by us. Geochemistry and mineralogy of combined dyke (right tributary of Low Kurba River, West Transbaikalia) that cuts the Late Paleozoic quartz monzonites usually included in the Angara-Vitim batholith have been also studied in detail. The studied rocks, MME and combined dykes by morphological peculiarities, chemical composition and that of rock-forming minerals. All that indicates their single magmatic origin and allows to consider them as crystallization products of basic magma that intruded simultaneously with salic magma.

Характерной особенностью гранитоидов, принадлежащих к разным геохимическим типам, является широкое распространение в них мафических микрогранулярных включений (mafic microgranular enclaves – MME), а также нередко встречающиеся комбинированные (базит-аплитовые, базит-кварцевосиенитовые) дайки. Те и другие рассматриваются многими авторами как свидетельство одновременного внедрения мантийной базальтовой магмы и кислого расплава [2]. Магматическое происхождение комбинированных даек, по крайней мере их базитовой части, не вызывает особых сомнений. Сложнее обстоит дело с меланократовыми включениями (ММЕ), исходный состав которых затушеван интенсивным взаимодействием с абсолютно преобладающим по объему кислым расплавом. Вместе с тем, доказательство магматического происхождения ММЕ является важным аргументом, указывающим на синхронность внедрения базитовых и салических магм и, как следствие, участие мантийного магматизма в гранитоидном петрогенезисе.

Среди позднепалеозойских гранитоидов Западного Забайкалья меланократовые включения не редкость, однако распространены они крайне неравномерно. Чаще всего ММЕ встречаются в кварцевых сиенитах, реже в гранитах, но в массовом количестве обнаружены только в Бургасском массиве (хр. Улан-Бургасы). В центральной части этого плутона, на площади не менее нескольких квадратных километров, меланократовые включения присутствуют повсеместно в количестве от нескольких до 20-30 штук на м². Бургасский массив занимает площадь около 100 км² и сложен породами трех интрузивных фаз: 1) субщелочные габбро, среднезернистые сиениты и монзониты; 2) среднезернистые порфирированные кварцевые сиениты, составляющие основной объем плутона; 3) среднезернистые аляскитовые граниты и гранит-порфиры. Меланократовые включения характерны для кварцевых сиенитов второй фазы, но изредка встречаются и в монзонитоидах первой фазы массива. В центральной части массива ММЕ распространены, как отмечалось, повсеместно, иногда встречаются «рои» (shwams) включений, в которых на долю последних приходится более 50 % объема всей породы [1]. Размеры включений варьируют от долей сантиметра до 30-40 сантиметров в поперечнике (иногда до 1 м и более). Форма чаще всего округлая, изредка встречаются вытянутые или «угловатые» включения с закругленными углами, еще реже – сложной «амебообразной» формы. Иногда включения окружены лейкократовой, или

наоборот – меланократовой каймой мощностью 0.5-1 см, по-видимому, реакционного происхождения, однако в подавляющем большинстве случаев никаких изменений текстурно-структурных особенностей в краевых частях включений или во вмещающих кварцевых сиенитах не наблюдается. Исключение составляют рои, где цементирующая кварцевосиенитовая масса становится более меланократовой.

Комбинированные дайки обнаружены нами в нескольких точках к северо-западу, северу и северо-востоку от Бургасского плутона на расстоянии от 4-5 до ≈ 12 км от его северного контакта. Большой частью фрагменты комбинированных даек встречались в развалах курумника, но в одном случае дайка вскрыта во врезе дороги, что позволили провести ее детальное изучение. Рассматриваемый участок расположен на северо-восточном окончании предполагаемого Нижнеселенгинского дайкового пояса, протяженностью более 160 км. Изученная дайка прорывает кварцевые монцониты, близкие по составу к датированным ранее [4] монцонитам Хасуртинского плутона (284 Ма), расположенного в нескольких $10^{-\text{км}}$ км к юго-востоку от рассматриваемого участка. Видимая мощность дайки 9 метров, падение примерно 45° на юго-восток. Не менее 80 % объема дайки сложено базитовым материалом (SiO_2 от 52.5 до 54.4, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ до 9 мас.%), образующим пиллоуподобные, овальные, округлые «глобулы», часто пронизанные тонкими аплитовыми жилками, переходящими в цементирующую аплитовую массу (SiO_2 – 70.1, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 10 мас. %). Контакты дайки с вмещающими кварцевыми монцонитами резкие, прямолинейные. В самих кварцевых монцонитах вне связи с дайкой (в нескольких десятках метров) изредка встречаются округлые меланократовые включения (далее для удобства будем называть их «ксенолитами»), размером от первых сантиметров до 20-30 см в поперечнике. Их валовой и минералого-петрографический состав оказался практически идентичен базитовой составляющей комбинированной дайки (SiO_2 от 53 до 56.3, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 8-8.4 мас. %), что позволяет предполагать их магматический генезис.

Таким образом, среди изученных образований лишь базиты комбинированной дайки а priori имеют магматическое происхождение и, следовательно, могут служить эталоном для расшифровки условий образования «ксенолитов», расположенных по соседству, а также меланократовых включений в Бургасском массиве.

Рассмотрим петрографические особенности пород. Состав ММЕ варьирует от монцогаббро до кварцевых монцонитов. Отчетливо выделяются два крайних петрографических типа, связанных переходными разновидностями: 1) серые мелкозернистые Pl-Amph-Bt ($\pm \text{cPx}$, Qtz) породы, нередко порфириовидные (Pl и/или Kfs), с гипидиоморфнозернистой микроструктурой; 2) бурые тонкозернистые, иногда порфириовидные породы того же состава, но с долеритоподобной микроструктурой. Следует отметить две петрографические особенности ММЕ [3]: во-первых, наличие трех генераций плагиоклаза – это: резорбированные ядра зональных кристаллов (лабрадор-битовнит – до 75.4 % An); вкрапленники с зональностью роста (ядро 48-52 %, кайма 19-35 % An); мелкозернистая основная масса и каймы кристаллов первых двух типов (олигоклаз – 22-27 % An). Во-вторых, наличие клинопироксена двух морфологических типов: крупные зерна, в разной степени, часто почти полностью, замещенные амфиболом и мелкий, совершенно свежий, идиоморфный клинопироксен, образующий вместе с плагиоклазом тонкозернистую гранобластовую рогавикоподобную массу (встречается лишь в некоторых шлифах). Тот и другой по составу отвечают салиту. Калиевый полевой шпат во включениях представлен крупными порфириовидными выделениями (до 15 мм в длину) с пятнисто-пертитовой внутренней структурой и множеством включений породообразующих минералов. Плагиоклазовая фаза пертитов содержит 21-23 % An компонента.

Амфибол – главный темноцветный породообразующий минерал включений, представлен тремя разновидностями: 1) идиоморфная, более или менее выдержанная по составу, первичномагматическая магнезиальная роговая обманка; 2) магнезиальная роговая обманка, развивающаяся по пироксену. В целом Mg-Hbl второго типа близка по составу к первой разновидности, что указывает на ее позднемагматическое происхождение, но отличается изменчивостью состава даже в пределах одного зерна. Третья разновидность представлена актинолитом и актинолитовой роговой обманкой, развивающимися по первым двум разновидностям. Следует отметить, что Mg-Hbl, псевдоморфно замещающая пироксен, содержит до 0.6 мас. % фтора, тогда как в остальных разновидностях амфиболов фтор отсутствует. Из этого можно сделать вывод, что замеще-

ние пироксена происходило при участии фторсодержащего флюида, вероятно на субсолидусной стадии и было несколько оторвано во времени от кристаллизации Hbl первого типа.

Биотит исследуемых базитов, представлен двумя морфологическими разновидностями: относительно крупночешуйчатый первичномагматический биотит, и агрегат мелкочешуйчатого вторичного биотита, развивающегося по амфиболу. Тот и другой относятся к изоморфному ряду – флогопит-аннит. Первичный биотит ММЕ содержит 3.5-5.5 мас. % TiO_2 , до 0.5 % Cl и до 1.3 % F.

Базитовая часть комбинированной дайки представлена средне- мелкозернистыми Pl-Amph-Vt-cPx породами, варьирующими по химическому составу от субщелочных габбро до монцититов. В краевых частях глобул отмечаются тонкозернистые зоны закалки, мощностью 1-2 мм, тогда как центральные части хорошо раскристаллизованы и имеют гипидиоморфнозернистую микроструктуру. Порфиновые вкрапленники в целом не характерны. Указанные выше петрографические особенности, характерные для ММЕ, обнаруживаются и здесь, но выражены менее отчетливо. «Ксенолиты» имеют сходный валовой состав и от дайки отличаются пониженным содержанием пироксена первого типа (единичные зерна), отсутствием пироксена 2-го типа и наличием порфировидных вкрапленников калиевого полевого шпата. Пироксен ксенолитов и дайки по составу отвечает диопсиду. В отличие от ММЕ, пертитовый Kfs образует только интерстициальные выделения, Qtz практически отсутствует. Следует отметить, что калиевая фаза щелочных полевых шпатов из ксенолитов и дайки содержит до 2.5 мас. % Ba, тогда как в Kfs включений барий не обнаружен. Состав амфиболов из дайки и ксенолитов отвечает актинолиту и магниевой роговой обманке, однако фтор в них не зафиксирован. Биотиты из дайки и ксенолитов, по сравнению с Vt ММЕ, содержат чуть меньше титана, примерно столько же хлора и вовсе не содержат фтора. Все это свидетельствует о разном составе флюида, участвовавшего в кристаллизации ММЕ с одной стороны, дайки и ксенолитов – с другой.

Акцессорные минералы во всех трех разновидностях базитов представлены магнетитом, титанитом, апатитом, ильменитом, мангано-ильменитом (до 8 % MnO) и цирконом.

Таким образом, несмотря на явные различия во всех трех типах пород прослеживаются некоторые общие петрографические признаки, которые могут указывать на сходство исходного состава рассматриваемых образований.

Наибольшие вариации химического состава характерны для ММЕ: 54-60 мас.% SiO_2 , 6.5-9 мас. % Na_2O+K_2O . Увеличение содержания кремнезема и возрастание калиевой щелочности сопровождается заметным изменением микроэлементного состава включений за счет диффузионного обмена с окружающим кварцевосиенитовым расплавом [3]. Состав базитовых глобул из комбинированной дайки и базитовых ксенолитов менее изменчив: 52-54.5 мас.% SiO_2 , 7-8 мас. % Na_2O+K_2O . На диаграмме $Na_2O+K_2O-MgO-FeO$ все рассматриваемые образования образуют компактный ареал фигуративных точек в поле известково-щелочной петрохимической серии, отклоняясь в сторону «щелочного» угла диаграммы. На диаграммах соотношение кремнезема с пороодообразующими оксидами и некоторыми микроэлементами ММЕ резко отличаются от дайки и ксенолитов пониженными концентрациями P_2O_5 , Ba и относительно повышенными содержаниями Y и от части K_2O , тогда как содержания других элементов-примесей в рассматриваемых образованиях примерно одинаковы.

Геологическое положение, повышенная калиевая щелочность, высокие содержания неогерентных элементов, обогащенность элементами LIL относительно HFSE, все это указывает на внутриплитный характер рассматриваемых базитов. Вместе с тем, от базальтов OIB типа они отличаются заметно более высокими концентрациями Rb, Ba, Th, U, K, которые превосходят таковые даже в кайнозойских континентальных базальтах натрового типа. Общим для ММЕ, дайки и ксенолитов является отрицательная Nb аномалия, наиболее резко выраженная в ММЕ и ксенолитах. Кроме того, для ММЕ характерен резкий максимум по Pb и минимум по Hf, тогда как в дайке и ксенолитах проявлен Pb минимум, характерный для неоконтинентальных базальтов внутриконтинентального типа.

Таким образом, геологическое положение изученных базитов, их морфологические и петрографические особенности, состав пороодообразующих минералов, макро- и микрокомпонентный состав пород – все это указывает на их единое магматическое происхождение и сходные условия образования базитовых магм. Вместе с тем, условия кристаллизации этих базитов су-

ществено различались. ММЕ и в меньшей мере ксенолиты были существенно преобразованы за счет взаимодействия с транспортирующим коровым расплавом, тогда как дайковые базиты в основном сохранили свой исходный состав. Выявленные различия состава флюидов, скорее всего, связаны с особенностями флюидного режима транспортирующего салического расплава. В целом, наличие базитовых включений и комбинированных даек в позднепалеозойских гранитоидах Западного Забайкалья, свидетельствует о синхронности мантийного и корового магматизма. Однако роль базитов в генерации салических магм в каждой конкретной ситуации требует дополнительного изучения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-Сибирь (08-05-98017), РФФИ-МНТИ (06-05-72007), интегративного проекта СО РАН № 37.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патрушева Г.Н., Цыганков А.А. Минералогические особенности меланократовых включений в кварцевых сиенитах Бургасского массива (Западное Забайкалье) // Граниты и эволюция земли: геодинамическая позиция, петрогенезис и рудоносность гранитоидных батолитов. Улан-Удэ, 2008, С. 286-289.
2. Попов В.С. Смешение магм – важный петрогенетический процесс // Записки ВМО. 1984. Вып. 1. Ч. СХІІІ, С. 229-236.
3. Цыганков А.А., Патрушева Г.Н. Меланократовые включения в кварцевых сиенитах Бургасской интрузии: состав, условия образования // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Вып. 6. Томск: Изд-во ТГУ, 2007, с.153-159.
4. Цыганков А.А., Матуков Д.И., Бережная Н. Г.И др. Источники магм и этапы становления поздне-палеозойских гранитоидов Западного Забайкалья // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 1. С. 156-180.

ПРИРОДА ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ОФИОЛИТОВЫХ УЛЬТРАБАЗИТАХ

Перевозчиков Б.В.

*Пермский государственный университет, Пермь, Россия
e-mail: olivin@perm.ru*

THE NATURE OF CHROMITE MINERALIZATION IN OPHIOLITE ULTRABASITES

Perevozchikov B.V.

*Perm State University, Perm, Russia
e-mail: olivin@perm.ru*

Essentially new model of chromite mineralization formation in ophiolite ultrabasites is offered. Harzburgite complex with aluminiferous type of chromic ores and dunite-harzburgite complex with high-chromous type of ores were formed in different geodynamic conditions, but they have the close two-phasic mechanism of formation. Harzburgites were formed in restite as the first stage at partial smelting of basalts (normal type of fusion). Zones of plastic-shear deformations appeared together with folding in the second stage. Pressure decline in these zones was the reason of local partial smelting of ore-silicate melts and dunites remained in the refractory rest (abnormal type of fusion). Differential movement of ore-silicate melts in the zones of deformations has come to the end with formation of pyroxenites, gabbro and chromic veins.

На формирование ультрабазитов имеются следующие гипотезы: 1) магматическая; 2) метасоматическая; 3) деплетирования мантийного материала; 4) реакционного взаимодействия базальтов и ультрабазитов мантии. Анализ этих гипотез показывает, что ни одна из них не предлагает реального механизма формирования хромитового оруденения.