

МЕЛАНОКРАТОВЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДАХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Бурмакина Г.Н., Цыганков А.А., Хромов А.А.

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, e-mail: gerka_85@mail.ru

Гранитоиды часто содержат в себе разнообразные включения пород иного состава, которые долгое время рассматривались как ксеногенные образования – фрагменты вмещающих пород, захваченные в процессе подъема магмы или непосредственно на месте ее кристаллизации. Позже выяснилось, что наряду с «настоящими» ксенолитами, гранитоиды часто содержат включения магматического происхождения, захваченные салической магмой в жидком состоянии. Состав таких включений варьирует широко – от базальтового (габброидного) до монцонитового и диоритового. В зарубежной литературе подобные образования, независимо от состава, получили названия mafic microgranular enclaves (ММЕ) и стали рассматриваться в качестве свидетельства механического (mingling) смешения контрастных по составу магм. Характерной особенностью включений является интенсивная гибридикация, стирающая их морфологические и, в значительной мере, минералогическо-геохимические признаки. Вместе с тем, расшифровка природы меланократовых включений имеет важные следствия, поскольку, в зависимости от происхождения, они (включения) несут совершенно разную петрогенетическую информацию, проливающую свет на различные аспекты формирования гранитоидов.

Интереснейшим объектом для изучения меланократовых включений является Улекчинский гранитоидный массив, в котором наблюдаются включения различных генетических типов. Массив расположен в левобережье р. Джида (южный склон хр. Малый Хамар-Дабан), занимает площадь не менее 13 тыс. км² [Дистанова, 1979], имеет изометричную форму и представлен двумя интрузивными фазами. Первая фаза включает порфирировидные кварцевые сиениты, монцониты и амфиболовые сиениты. Эти породы имеют сходный минералогический состав и отличаются в основном количественными соотношениями породообразующих минералов. Наибольшим распространением пользуются сиениты, представляющие собой серые среднезернистые, иногда порфирировидные (Kfs) породы, сложенные плагиоклазом, щелочным полевым шпатом, амфиболом, биотитом и клинопироксеном. Ко второй фазе относят граносиениты, среднезернистые лейкократовые, иногда порфирировидные (Kfs) граниты, состоящие из щелочного полевого шпата (35 об. %), плагиоклаза (45 об. %), кварца (15 об. %), биотита (2 об. %) и единичных зерен амфибола. На долю акцессорных минералов – магнетит, титанит, апатит, циркон – приходится от 1 до 3-4 об. %. Породы массивные крупно-среднезернистые с гипидиоморфнозернистой микроструктурой. Гранитоиды массива прорваны небольшими штоками и дайками щелочных гранитов.

Ранее [Литвиновский и др., 1999] был определен Rb-Sr изотопный возраст гранитов Улекчинского массива (298-292 млн лет, $Isr = 0.705$). Массив является наиболее типичным представителем гранитоидов зазинского комплекса [Цыганков и др., 2010] в Юго-Западном Забайкалье.

Нами U-Pb изотопный возраст определен по 10 точкам, при этом в четырех из них полученные значения оказались явно занижены, по-видимому за счет потери радиогенного Pb. В итоге, средний возраст, рассчитанный по 6 точкам, составил 300.3 ± 3.8 млн лет, $MSWD = 3.19$ [Цыганков и др., в печати], что очень хорошо совпадает с предшествующими Rb-Sr определениями. Цирконы для изотопного анализа отобраны из пробы (09-106), представляющей собой среднезернистый биотитовый лейкогранит (75.8 мас. % SiO₂), содержание темноцветных минералов (Bt) в котором не превышает 1.5 об. %.

Датирование цирконов и определение концентраций элементов-примесей было выполнено в центре SUMAC Стэнфордского университета и Геологической службы США на

ионном мультиколлекторном микрозонде SHRIMP-RG по методике, описанной на сайте <http://shrimprg.stanford.edu>. Предварительное изучение в режиме отраженных электронов и получение катодолюминесцентных изображений выполнено там же на сканирующем электронном микроскопе Jeol 5600.

Улекчинский массив характеризуется большим количеством меланократовых включений, чаще всего встречающихся в кварцевых сиенитах первой фазы. В лейкогранитах второй фазы включения встречаются эпизодически. В отличие от изученного ранее Бургасского кварцевосиенитового плутона (хр. Улан-Бургасы) [Бурмакина, 2011], включения распространены не повсеместно. Обычно это одиночные включения, встречающиеся через сотни метров дуг от друга. Однако на отдельных участках количество включений возрастает на 2-3 порядка, а размеры таких участков составляют первые сотни метров в поперечнике. В предельном случае включения концентрируются в «рои», где на их долю приходится от 10-15 до более, чем 50% от общего объема породы. Поперечные размеры таких скоплений достигают 3-4 м. Еще одной особенностью Улекчинского массива является присутствие включений явно разного генезиса, когда наряду с явно магматическими, присутствуют ксенолиты метаморфических образований. Аналогичного состава метаморфитами могут быть сложены достаточно крупные «останцы» размером во многие десятки метров. Подобного типа породы развиты в обрамлении массива, где они выделяются в качестве астайской свиты протерозойского возраста. Кроме того, необходимо отметить разную степень преобразования пород, особенно в «роях», где некоторые включения превращены в «теневые ксенолиты».

Размер включений, независимо от происхождения и состава, варьирует широко – от первых сантиметров до 20-30 см в поперечнике. Форма включений чаще всего округлая (сферическая), удлиненная, эллипсоидальная, иногда встречаются «угловатые» включения с закругленными углами. В некоторых случаях включения окружены лейкократовой или, наоборот, меланократовой каймой мощностью 0.5-1 см, по-видимому, реакционного происхождения, однако в подавляющем большинстве случаев никаких изменений состава и текстурно-структурных особенностей в краевых частях включений или во вмещающих породах не наблюдается. Контакты включений с вмещающими гранитоидами, как правило, резкие, за исключением т.н. теневых ксенолитов.

Петрографически включения из Улекчинского массива можно разделить на две группы: 1) средне-мелкозернистые полнокристаллические амфибол-биотит-полевошпатовые породы с гипидиоморфнозернистой микроструктурой, часто порфириовидные (Pl, Kfs); 2) тонкополосчатые биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы, иногда скарноиды. Для первых можно предположить магматическое происхождение, метаморфогенный генезис включений второй группы сомнений не вызывает.

Состав пород Улекчинского массива варьирует, как отмечалось, от субщелочных диоритов, монцодиоритов и монцонитов до лейкократовых гранитов, охватывая диапазон кремнекислотности от 53.3 до 76.8 мас. % SiO_2 , при щелочности, соответствующей субщелочному полю на TAS диаграмме. Меланократовые включения первого типа перекрывают значительную часть этого диапазона (54-62 % SiO_2). Породы второй фазы имеют существенно гранитный состав – 67.4-76.8 % SiO_2 , при этом лейкограниты с кремнекислотностью 73-76 мас. % являются наиболее типичными разновидностями не только собственно Улекчинского массива, но и в целом зазинского комплекса. Данных о химическом составе пород первой фазы мало. Имеющиеся определения распадаются на два отдельных поля, по составу отвечающих сиенитам и щелочным кварцевым сиенитам.

На диаграммах соотношения порообразующих оксидов с кремнеземом породы массива образуют линейные тренды, характерные для продуктов дифференциации единого магматического расплава. Вместе с тем, каждая из двух интрузивных фаз на диаграммах образует дискретные поля, различающиеся как по содержанию SiO_2 , так и по концентрациям всех остальных порообразующих оксидов. По содержанию SiO_2 меланократовые

включения (первой группы) перекрываются с сиенитами первой фазы, резко отличаясь от последних пониженными концентрациями Sr, Ba, Y, отчасти CaO и Nb, более высокой глиноземистостью, калиевой щелочностью и содержанием Rb.

Данные REE получены только по включениям первого типа. Распределение REE характеризуется резкой дифференцированностью спектра с обогащением пород LREE. Величина $La/Yb_{(n)}$ отношения, в среднем, составляет 19.5 при $\sum REE$, равной 198 г/т, и величине Eu аномалии ($Eu^* = Eu/Eu^*$) равной 0.75.

Таким образом, морфология включений, характер их распространения в массиве, петрографические особенности и геохимические характеристики указывают на сходство с детально изученными мафическими включениями из кварцевых сиенитов Бургасского массива, имеющего близкий изотопный возраст (287 Ма [Цыганков и др., 2010]). Последние содержат, в среднем, 170-180 г/т $\sum REE$, характеризуются умеренным обогащением LREE относительно тяжелых лантаноидов ($La/Yb_{(n)} = 17.4$), наличием отрицательной европиевой аномалии ($Eu^* = 0.78$) [Бурмакина, Цыганков, 2010]. Такое сходство мафических включений из разных массивов вряд ли случайно. Учитывая весьма близкий возраст рассматриваемых плутонов, можно предположить, что исходный состав расплавов и условия образования включений были сходными.

Исходный состав ММЕ из Бургасского массива [Бурмакина, Цыганков, 2010] был щелочнобазальтовым, причем, исходя из геохронологических данных и геологического положения массивов, есть все основания считать, что это были базальты внутриплитного типа. Это предположение подтверждается анализом мультиэлементных диаграмм, построенных для средних составов включений обоих массивов, нормированных по примитивной мантии [Palme, O'Neill, 2003], в сравнении со средним составом OIB и Na кайнозойских базальтов континентов [Farmer, 2003]. В целом породы включений сходны с континентальными базальтами – это выражено в обогащенности их LILE элементами относительно HFSE, при более высоких концентрациях LILE во включениях Улекчинского массива. Кроме того, все ММЕ, имеют резкий Nb минимум и максимум по Pb, что вероятно связано с «водонасыщенным» плавлением мантийного источника и интенсивной коровой контаминацией исходного расплава.

Сходство включений Бургасского и Улекчинского массивов позволяет предполагать, что меланократовые включения Улекчинского гранитоидного плутона также, как и Бургасского, имеют магматическое происхождения и образовались в результате диспергирования гибридизированного базитового расплава. Это предположение хорошо согласуется с изотопным составом гранитов и кварцевых сиенитов Улекчинского массива, имеющих пониженную величину Isr (0.705) и слабо положительные значения $\epsilon Nd = 0.63 \div 1.33$, что указывает на значительную долю мантийного мафического компонента в составе этих пород.

Таким образом, из приведенных выше данных можно сделать следующие выводы.

1) На основании петрографических и геохимических данных в гранитоидах Улекчинского массива выделяются два генетических типа меланократовых включений: а) исходно базальтоидные амфибол–биотит–плагиоклазовые включения, представляющие собой продукт смешения магм; б) ксенолиты вмещающих пород (раннедокембрийских гнейсов).

2) Включения в массиве распространены крайне неравномерно, первый тип значительно преобладает и наиболее характерен для кварцевых сиенитов первой интрузивной фазы.

3) Полученные предварительные данные по мафическим включениям в гранитоидах Улекчинского плутона подтверждают ранее высказанное предположение [Litvinovsky et al., 2011] о синхронности мантийного и корового магматизма при формировании гранитоидных плутонов зазинского интрузивного комплекса.

Работа выполнена при поддержке Партнерского интеграционного проекта СО РАН № 17, гранта Лаврентьевского конкурса СО РАН.

Литература

Бурмакина Г.Н. Свидетельства участия мантийных магм в формировании гранитоидов Западного Забайкалья // Всероссийская молодежная конференция «Геология Западного Забайкалья», Улан-Удэ, 2011. С. 11-12.

Бурмакина Г.Н., Цыганков А.А. / Свидетельства смешения контрастных магм (комбинированные дайки и меланократовые включения, Западное Забайкалье) / «Магматизм и метаморфизм в истории Земли». Материалы конф., т.1, Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2010, с. 90-91.

Дистанова А.Н. Позднепалеозойские гранитоидные интрузии Западной части Джидинской зоны (Западное Забайкалье) / Гранитоидные комплексы Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. С. 3-23.

Литвиновский Б.А., Посохов В.Ф., Занвилевич А.Н. Новые Rb-Sr данные о возрасти позднепалеозойских гранитоидов Западного Забайкалья // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 5. С. 694-702.

Цыганков А.А., Литвиновский Б.А., Джань Б.М., Рейков М., Лю Д.И., Ларионов А.Н., Пресняков С.Л., Лепехина Е.Н., Сергеев С.А. Последовательность магматических событий на позднепалеозойском этапе магматизма Забайкалья (результаты U-Pb изотопного датирования) // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1249-1276.

Farmer G.L. Continental basaltic rocks // Treatise on Geochemistry. 2003. V. 3. P. 85-121.

Litvinovsky B.A., Tsygankov A.A., Jahn B.M., Katzir Y., Be'eri-Shlevin Y. Origin and evolution of overlapping calc-alkaline and alkline magmas: The Late Paleozoic post-collisional igneous province Transbaikalia // Lithos. 2011. V. 125. P. 845-874

Palme H., O'Neill H. St. C. Cosmochemical Estimates of mantle Composition // Treatise on Geochemistry. 2003. V. 2. p. 1-38.