

# УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩИХ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

А.В. Малышев

Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Waylander6@mail.ru

В пределах южного складчатого обрамления Сибирского кратона проявления базит-ультрабазитового магматизма различной геохимической специализации и возраста фиксируются в геологических структурах, образование которых связывается с разными геодинамическими этапами развития Палеоазиатского океана от его раскрытия и до закрытия. Здесь, наряду с другими структурами, выделены и охарактеризованы структурно-вещественные комплексы (террейны), представляющие собой фрагменты рифейских островных дуг. Примером такой структуры является выделенная в последнее время Метешихинская островодужная система. Согласно данным В.Г. Беличенко, А.Н. Булгадова и др [1], эта структура фиксируется верхнерифейскими турбидитами Баргузинского террейна, надсубдукционными базальтами верхнерифейской итанцинской свиты, а также отдельными магматическими телами перидотит-пироксенит-габбрового состава, расположенными в виде останцов среди гранитных пород вдоль восточного побережья озера Байкал. Среди этих массивов нами изучены массивы Метешихинский, Острая Сопка.

**Метешихинский массив** размером  $8 \times 2,5$  км расположен на хребте Урлак в междуречье Метешиха и Большая. Вмещающими породами являются граниты разного состава и эффузивы, а также сланцы, метапесчаники, известняки, амфиболиты и кварциты селенгинской серии. Массив имеет сложное строение и по объему примерно на 80% состоит из пород основного ряда, представленных разнообразными габброидами [2]. В его центральной части развиты в основном оливиновые габбро и габбронориты с мелкими телами дунитов, перидотитов, амфиболовых перидотитов и пироксенитов, к контактам они сменяются амфиболовыми и амфиболлизированными габбро, а непосредственно на контактах с гранитами отмечаются почти нацело амфиболлизированные габбро.

Все породы Метешихинского массива относятся к толеитовым породам нормального ряда и характеризуются высокой магнезиальностью и низким содержанием  $TiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ . Для ультрамафитов устанавливается тренд изменчивости составов пород, обусловленный фракционированием оливина и клинопироксена. Это проявляется в резком возрастании  $CaO$  при уменьшении  $MgO$ , содержание глинозема при этом меняется не значительно. Среди мафитов расслоенной серии наблюдается фракционирование плагиоклаза, которое определяется по резкому возрастанию содержания глинозема при уменьшении содержания  $MgO$ . По мере увеличения содержания кремнезема в породах этой ассоциации уменьшаются содержания  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и  $CaO$ .

Для всех пород Метешихинского массива, как габброидов, так и дунитов установлены низкие содержания редкоземельных (РЗЭ) и других некогерентных элементов. Габброиды Метешихинского массива имеют спектры распределения РЗЭ с пологими  $((La/Yb)_N=0,24)$  положительными наклонами и положительной европиевой аномалией ( $Eu/Eu^*=1,9$ ) (рис. 1). Плагиограниты и плагиолейкограниты характеризуются пологими отрицательными  $((La/Yb)_N=3$  и  $5,7$  соответственно) спектрами распределения РЗЭ с заметной положительной аномалией по  $Eu$  ( $Eu/Eu^*=11,8$  и  $5,4$ ).

Анализируя распределения РЗЭ в габброидах, можно прийти к выводу, что они являются дифференциатами основной магмы. Близкие соотношения некогерентных элементов указывают на комагматичность габброидов и дунитов.

Анализ мультиэлементных диаграмм показал, что для габброидов Метешихинского массива характерны почти плоские спектры, с низкими содержаниями несовместимых элементов без значительного обогащения LILE. Габброиды характеризуются максимумами по  $St$  и  $Eu$ , что характерно для базитовых магм островодужной обстановки. Породы Метешихинского комплекса относятся к высокоглиноземистому типу и, судя по средним значениям сериального индекса А. Ритмана -  $\tau=(Al_2O_3-Na_2O)/TiO_2$  для основных групп пород массива ( $\tau=7,6-36,4$ ), соответствуют, по Х. Куно, высокоглиноземистым базальтам островных дуг и орогенных поясов.

Изотопное датирование выполнено по первичной роговой обманке из габбро  $Ag-Ag$  методом. В возрастном спектре наблюдается плато, характеризующее примерно 98% выделившего  $^{39}Ar$  и значением возраста  $809 \pm 8$  млн. лет. Полученное значение возраста указывает на верхнерифейский или позднебайкальский этап проявления островодужного магматизма.

В структуре массива выделяются три серии пород: ультрамафитовая, относящаяся по-видимому к первой фазе становления плутона, и преобладающая мафитовая, принадлежащая ко второй фазе дифференциатов.

Для Метешихинского массива характерна первично-магматическая расслоенность, обусловленная ритмичным чередованием дунитов, верлитов, клинопироксенитов и габброидов. Для него не установлены породы краевой фации, что характерно для островодужных расслоенных габброидов. Не наблюдается в нем и ксенолитов осадочно-вулканогенных пород.

Состав главных породообразующих минералов изменяется в относительно небольших пределах.

Железистость оливина варьирует от 17,5-21,2 % в дунитах и перидотитах до 25,2-28,7 % в оливиновых габбро и габброноритах. Клинопироксен представлен авгитом и диопсидом с вариациями железистости от 13,3 % в клинопироксен-содержащих дунитах до 26 % в габбро. Ортопироксен по составу отвечает бронзиту с железистостью от 19,5 % в ультраосновных породах до 29 % в габброноритах. Состав плагиоклазов изменяется от 88-92 %  $An$  в плагиоклазосодержащих перидотитах до 87 %  $An$  в оливиновых габбро и 77 %  $An$  в габброноритах. Особо следует остановиться на характеристике амфибола, присутствующего во всех разновидностях пород массива и являющегося наиболее поздним магматическим минералом. Согласно номенклатуре амфиболов Б.Е. Лике, первично-магматический кальциевый амфибол имеет состав паргасита-эденита и только в габбро появляется магнезиальная роговая обманка. В целом для амфиболов Метешихинского массива характерны повышенные содержания  $Al_2O_3$  и  $Na_2O$ , отражающие высокие  $P_{общ}$  при их кристаллизации. Эти данные наряду с очень низкой кальциевостью оливина и повышенной глиноземистостью пироксенов свидетельствуют о

глубинных условиях формирования пород интрузива

**Острая Сопка.** Располагается от предыдущего плутона в 15 км вверх по течению реки Метешиха, в хребте Черная Грива в районе г. Острая Сопка. Непосредственно сам массив в первом приближении в плане имеет серповидную форму, обращенную вогнутой стороной к северо-востоку.

При подробном рассмотрении взаимоотношений мафитовой и ультрамафитовой частей интрузива можно предположить, что он сложен породами, относящимися к двум фазам его становления. Следует отметить, что породы этих двух фаз, по-видимому, образуют самостоятельные, несогласные друг с другом тела в пределах единого массива.

Первой фазе соответствуют амфиболовые перидотиты, плагиоперидотиты, лерцолиты, гарцбургиты и пироксениты. Вторая фаза сложена разностями габбро и габбро-норитов. Ультрамафиты преобладают в центральной части плутона, слагающие различные по форме и конфигурации тела (от 50 до 400 м в поперечнике). В наиболее крупных перидотитовых телах преобладают амфиболовые перидотиты, причем к периферическим участкам количество плагиоклаза в перидотитах возрастает, в экзоконтактах отмечается появление плагиоперидотитов и пироксенитов.

Преобладающими породами массива являются габброиды, составляющие порядка 70% площади. В распределении базитовой части пород можно выявить довольно четкую зональность. В центральной части плутона распространены в основном пироксениты, оливиновые габбро и габбро-нориты, затем следует зона мощностью порядка 300 м амфиболовых габбро, сменяющихся к контакту амфиболизованными и цизотизированными габброидами. Жильные породы распространены мало и представлены дайками гранитов и линзами кварца. Они имеют северо-восточное направление при мощности от 10 до 50 см. Вмещающими породами массива являются гранитоиды, сланцы и гнейсы.

По содержанию кремнезема и щелочей породы массива относятся к основным породам нормального ряда ( $\text{SiO}_2$  - 43-53 мас. %, сумма щелочей - 0,43-5 мас. %), и характеризуются высокой глиноземистостью (7,14-30 мас. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), низкой титанистостью (0,1-1 мас. %  $\text{TiO}_2$ ), они бедны щелочами с преобладанием натрия над калием ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 4$ ). Магнезиальность пород колеблется от  $\text{Mg}\# = 60$  в перидотитах до  $\text{Mg}\# = 14$  в лейкогаббро. На вариационных диаграммах  $\text{MgO} \rightarrow$  элемент состава пород плутона образуют тренд дифференциации от наиболее меланократовых пород ( $\text{MgO}$  - 14,5 мас. %) до наиболее лейкократовых ( $\text{MgO}$  - 0,4 мас. %). Такие тренды обусловлены как количественным соотношением минералов в породе, так и общим процессом дифференциации в магматической камере.

С уменьшением содержания  $\text{MgO}$  возрастает содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ , что характерно для пород, образовавшихся в процессе кристаллизационной дифференциации. По мере снижения  $\text{MgO}$  в породе уменьшается как доля оливина, так и его магнезиальность. Содержание  $\text{CaO}$  с уменьшением  $\text{MgO}$  в породах массива остаётся постоянным, а содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  возрастает от 12,5 мас. % в оливиновом габбро до 30 мас. % в лейкократовых разностях габбро, что связано с фракционированием плагиоклаза. Для всех пород массива характерны низкие содержания РЗЭ, не превышающие 10 хондритовых единиц с пологими отрицательными спектрами, и только для габбронорита в области легких лантаноидов. Нормализованное по хондриту  $(\text{La}/\text{Yb})_n$  отношение варьирует от 2,5 до 6,4, отражая обогащение пород легкими лантаноидами.

Для всех проанализированных образцов установлена положительная европиевая аномалия ( $(\text{Eu}/\text{Eu}^*)_n = 1,7-2,4$ ), что свидетельствует о фракционировании плагиоклаза в этих породах. На мультиэлементных диаграммах, нормированных на примитивную мантию, выделяются минимумы по Ta, Hf, Ti и Zr, а также обогащение пород крупноионными литофильными элементами (LILE) и Sr, что наряду с обогащением легкими лантаноидами характерно для остороводужных базальтов (рис 1.).

По петро- и геохимическим особенностям породы массива близки к породам высокоглиноземистых перидотит-габбровых массивов, широко распространенных в структурах Алтае-Саянской складчатой области и Монголии (лысогорский, мажалькский, хиргиснурский комплексы), для пород расслоенной серии которых характерны низкие содержания кремния, титана, щелочей и фосфора при высоких содержаниях магния и глинозема.

Широкие вариации содержания глинозема, магния и кальция обусловлены фракционированием оливина и плагиоклаза при кристаллизации высокомагнезиального базальтового расплава в магматических камерах при низких давлениях.

Проведенное  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  геохронологическое исследование пойкилитового магматического амфибола позволило датировать возраст  $844 \pm 6$  млн. лет.

Набор пород расслоенной серии и их состав позволяют отнести плутон к перидотит-пироксенит-габбровому типу интрузий.

1. Грудинин М.И., Беличенко В.Г., Гилев А.Ю., Бараш И.Г. Ультрабазит-базитовые комплексы района нижнего течения р. Селенги (Юго-Восточное Прибайкалье) // Доклады АН. 1999. Т. 366, № 1. С. 84-87.

2. Малышев А.В. Петрохимические особенности метешихинского ультрабазитового массива (юго-восточное Прибайкалье) // Проблемы геологии и освоения недр. Томск: ТПУ, 2006. С. 88-90.

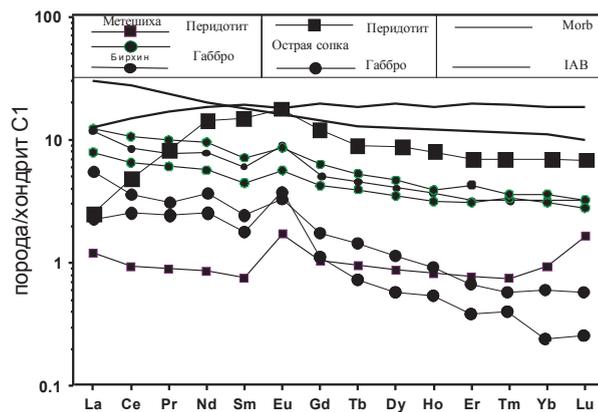


Рис. 1. Распределение РЗЭ в породах массивов Метешиха и Острая Сопка