

## ФЛЮИДНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМОРСКОГО КОМПЛЕКСА ГРАНИТОВ РАПАКИВИ (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Савельева В.Б., Базарова Е.П.

*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, vsavel@crust.irk.ru*

Особенностью комплексов гранитов рапакиви разных регионов Мира является нередкая связь с поздними их дифференциатами оловянной и сопутствующей минерализации (Be, Zr, Ta, Nb, TR, U, Bi, Zn и др.). Наиболее ярким примером является крупнейшее в Бразилии месторождение олова (+Ta, Nb) Питинга. При оценке потенциальной рудоносности конкретных магматических комплексов первоочередное значение имеет детальное петро- и геохимическое изучение пород и анализ поведения летучих компонентов в процессе становления массивов и кристаллизации расплава. Целью выполненных исследований являлась флюидно-геохимическая характеристика приморского комплекса гранитов рапакиви в Западном Прибайкалье, особенностям геохимии которого уделялось недостаточно внимания.

Постколлизийный приморский комплекс, возраст которого 1.86-1.91 млн. лет, образует выходы вдоль западного берега оз. Байкал, где слагает Приморский хребет и часть Байкальского хребта. Протяженность выходов свыше 200 км, ширина до 20 км. Комплекс входит в состав Южно-Сибирского магматического пояса, по А.М. Ларину. Граниты образуют три массива: Бугульдейско-Ангинский, Улан-Ханский и Трехголовый, имеющие с вмещающими породами тектонические, реже интрузивные контакты. Протяженность массивов от 50 км и более, ширина от 1 до 14 км. Породы комплекса доступны изучению в вертикальном диапазоне около 1000 м; Трехголовый массив слагает наиболее высокие отметки горных хребтов. Условия становления массивов варьировали от абиссальных для южных выходов комплекса до мезо- или гипабиссальных для Трехголового массива.

Породы главной интрузивной фазы (ГФ) представлены крупноовоидными биотитовыми и роговообманково-биотитовыми гранитами с маргинационной структурой (рапакиви), равномернoзернистыми биотитовыми гранитами, лейкократовыми гранитами и аляскитами, породы заключительной фазы (ЗФ) – мелко-и среднезернистыми гранитами, гранит-порфирами, аплитами, слагающими небольшие массивы и жилы. Главными минералами гранитов являются калиевый полевой шпат, обычно микропертитовый, и кварц. Плаггиоклаз составляет от 20-25% до 10%, биотит от 10% до менее 3%. Состав плаггиоклаза от  $An_{31-35}$  в наименее кремнекислых гранитах до  $An_{24-27}$  в лейкогранитах; присутствует альбит. Слюда представлена железистым биотитом, в лейкогранитах – сидерофиллитом ( $f=65.6-95\%$ ,  $l=100*Al/(Si+Al+Fe+Mg)=19.8-24.7$ ). С заключительной фазой становления массива Трехголового связано образование кварц-мусковитовых и кварц-топазовых грейзенов, содержащих касситерит, вольфрамит, колумбит, ильменорутит и другие редкометалльные минералы.

На диаграмме  $(Na_2O+K_2O)-SiO_2$  граниты ГФ располагаются на границе полей нормальной и повышенной щелочности, образуя два ряда: гранодиориты → граниты → лейкограниты (Бугульдейско-Ангинский массив) и субщелочные граниты → субщелочные лейкограниты (Улан-Ханский массив). Массив Трехголовый сложен, в основном, лейкогранитами нормальной щелочности, а граниты ЗФ представлены субщелочными лейкогранитами. В целом для гранитоидов характерны высокая железистость ( $FeO^*/(FeO^*+MgO)>0.8$ ) и нормальная или повышенная глиноземистость ( $A/CNK=0.91-1.42$ ). По соотношению  $K_2O-SiO_2$  граниты отвечают высококалиевой известково-щелочной и отчасти шошонитовой сериям. С ростом содержания  $SiO_2$  происходит снижение содержаний  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO^*$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$ , тогда как содержания  $Na_2O$  сначала возрастают, а затем снижаются. Содержания  $K_2O$  возрастают в интервале  $SiO_2$  66-76%, а затем остаются примерно на одном уровне (4.5-5.5%). При этом отношение  $(Na+K)/Ca$  меняется более чем на порядок – в среднем от 3.8 в гранитах рапакиви до 230 в аляскитах, а тренд эволюции состава пород на петрохимической диаграмме Л.С.Бородина направлены из известково-щелочного поля в субщелочное.

Для наименее дифференцированных гранитоидов характерны повышенные, относительно кларковых по А.П. Виноградову, содержания F (0.14-0.36%), Ba (1700-2300 г/т), Pb, Th, Zr,  $TR_{ce}$ ,

близкие к кларковым содержания Sn, Zn и пониженные Rb, Li, Sr, Y, Nb, Co, Ni, V. По мере роста лейкократовости пород содержания Ba, Sr, Zr, Zn, Sc, V в них снижаются, а Rb, Th, Sn возрастают. Одновременно происходит уменьшение отношений K/Rb, Ba/Rb, Sr/Rb и Eu/Eu\*. При этом лейкограниты массива Трехголового отличаются от лейкогранитов других массивов наиболее высокими содержаниями Rb (до 650 г/т), Sn (до 20 г/т), Li (до 130 г/т), Cs (до 27 г/т), F (до 0.66%), Th (до 110 г/т), Nb (до 35 г/т) и Y (до 100 г/т), аномально низкими содержаниями Ba (до 30-50 г/т), Sr (<10 г/т), пониженными Zr, низкими отношениями K/Rb (82-96), Ba/Rb (0.12-0.50), Sr/Rb (0.02-0.04), Eu/Eu\* (0.03-0.14), Zr/Hf (20-26) и Nb/Ta (6-8). По геохимическим особенностям граниты массива Трехголового близки к плюмазитовым редкометальным гранитам, по Л.В.Таусону. Судя по составу биотита, кристаллизация этого массива происходила, в отличие от других массивов, в условиях снижения щелочности расплава и повышенной концентрации В, на что указывает присутствие в лейкогранитах кварц-турмалиновых шпиров и проявленная в экзо-контактной зоне массива турмалинизация.

Флюидный анализ гранитов осуществлялся методом высокотемпературной газовой хроматографии в ИЗК СО РАН. Для гранитов характерно резкое преобладание в составе флюида водорода над углеродом ( $H/C=23-54$ ) и высокая окисленность флюида ( $K_v=(H_2+CO+CH_4)/(H_2O+CO_2)=0.04-0.16$ ). По флюидной характеристике граниты приморского комплекса сходны с гранитами-рапакиви Салминского плутона (Северное Приладожье), от которых отличаются несколько повышенной мольной долей газов группы углерода во флюиде. Содержания F в биотите из гранитов приморского комплекса составляют от <0.25% до 1.97%, а содержания Cl от <0.04% до 0.65% и часто превышают уровень, присущий коровым гранитоидам, по И.Н. Бушлякову и В.В. Холоднову. Расчет концентраций HF во флюиде по биотитовому геофториметру А.М. Аксюка показал, что кристаллизация лейкогранитов массива Трехголового происходила при повышенных, по сравнению с другими массивами, концентрациях HF во флюиде, при этом слабое изменение концентрации HF при снижении температуры позволяет предполагать дополнительное поступление фтора в расплав из глубинного источника.

Полученные данные показывают, что образование главных разновидностей пород приморского комплекса связано с дифференциацией исходных высококальциевых и высокожелезистых расплавов. Геохимические особенности гранитов Трехголового массива позволяют рассматривать их как продукты кристаллизации наиболее дифференцированного расплава, образующегося в верхней части протяженной магматической колонны. Средние содержания Sn по разным участкам массива превышают кларковые для низкокальциевых гранитов в 3.3-4.3 р., Cs – в 2-3 р., Rb – в 2.5-3 р., Pb – в 1.5-2 р., F – в 1.5-3.6 р., Be – в 1.2-1.9 р., U – в 3-6.7 р., Th – в 2.7-4.8 р., что позволяет рассматривать породы, слагающие Трехголовой массив, как субредкометальные плюмазитовые лейкограниты. Наиболее высокие содержания и дисперсии содержаний Sn, Rb, Li, F, а также W, Nb, Ta, Y,  $TR_{cc}$  характерны для кварц-мусковитовых ( $\pm$  топаз) грейзенов (в г/т: Sn – 13-310, Y – 7-210, Nb – 24-190, W от <5 до 218, Be – 0.6-10). Повышенная флюидонасыщенность гранитов Трехголового массива, особенности состава биотита, наличие грейзенов с редкометальной минерализацией позволяют рассматривать массив Трехголовой как наиболее перспективный в отношении оловянного (возможно, Sn-W) оруденения. В то же время неблагоприятным фактором является значительный эрозионный срез массива.