

## ПЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ КСЕНОЛИТОВ В ПЛАГИОГРАНИТАХ Р-НА Р. ЛОТТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЛАПЛАНДСКОГО ГРАНУЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА

**Бутвина В.Г., Сафонов О.Г.**

Институт экспериментальной минералогии (ИЭМ) РАН,  
Черноголовка, [butvina@iem.ac.ru](mailto:butvina@iem.ac.ru)

Происхождение синметаморфических гранатсодержащих плагиогранитоидов (1.917-1.909 млрд. лет) р-на р. Лотта Центральной Зоны Лапландского гранулитового связывают с процессами анатексиса высокоглиноземистых метапелитов (кондалитов) комплекса на пике гранулитового метаморфизма [Митрофанов и др., 1974; Козлов, Козлова, 1998; Mints et al., 2007; Каулина и др., 2014]. Результаты новых термобарометрических исследований, данных о флюидных включениях и изотопных данных для углерода в этих породах подтвердили эти выводы [Сафонов и др., 2016, 2017]. Образование плагиогранитных магм, вероятно, происходило на глубинах порядка 25-30 км. По мере подъема, они захватывали разнообразные ксенолиты [Козлов, Козлова, 1998]. Наиболее примечательными из них являются ксенолиты двупироксен-плагиоклазовых гранулитов (ортопироксен ± клинопироксен + плагиоклаз ± кварц + магнетит + ильменит + пирротин). Ксенолиты представляют собой равномернозернистые породы с массивной текстурой и гранобластовой структурой. Они состоят из слабозонального плагиоклаза (30-40 %;  $An_{47-54}$ ), низкоглиноземистых клинопироксена (10-15 %;  $X_{Mg} = 0.56-0.58$ , 2-2.5 мас. %  $Al_2O_3$ ) и ортопироксена (25-30 %;  $X_{Mg} = 0.43-0.44$ , 1-1.3 мас. %  $Al_2O_3$ ). В них присутствует 5-10 % кварца, акцессорный апатит, а также сосуществующие магнетит, ильменит и пирротин. В изученных ксенолитах широко проявлены процессы амфиболизации в виде широких кайм калийсодержащего паргасит-эденитового амфибола и его крупнозернистых симплектитов с кварцем в контактах пироксенов, магнетита, ильменита и пирротина с плагиоклазом. Более основной состав плагиоклаза и меньшая магнизиальность пироксенов в амфиболизированных участках ксенолитов соответствует реакции образования амфибола:  $Or_x + Cr_x + Ab$  (в плагиоклазе) +  $H_2O = Amph \pm Qtz$ . Амфиболизация местами сопровождается образованием биотита, указывающее на привнос дополнительных компонентов в ксенолиты.

Используя программный комплекс TWQ 2.32 [Berman, 2007], по равновесию клинопироксен + ортопироксен + плагиоклаз + кварц в неамфиболизированных участках ксенолитов было оценено

давление 6.0-6.4 кбар. Температуры, соответствующие этой ассоциации, составляют 800-860°C и находятся в пределах интервала температур кристаллизации плагиогранитов [Каулина и др., 2014], а также температур пика тектоно-термального этапа M2 в Лапландском гранулитовом поясе [Mints et al., 2007]. Амфибол-плагиоклазовое равновесие [Blundy, Holland, 1990] зафиксировало температуры процесса амфиболизации ксенолитов 740-780°C при давлении 5.0-5.5 кбар. Вариации состава амфибола в сторону тремолита указывают на протекание процесса амфиболизации на фоне снижения температуры. Он, вероятно, был связан со взаимодействием существенно водного флюида из остывающей плагиогранитной магмы с ксенолитами по мере их захвата и подъема. Действительно, ксенолиты пересечены жилами плагиогранитного состава. Обилие водно-солевых (12 – 20 мас. % NaCl эквивалента) включений и подчиненное количество углекислых включений в минералах плагиогранитов [Сафонов и др., 2016, 2017] подтверждает это предположение.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-05-00266)*

## **Литература**

1. Каулина Т.В., Нерович Л.И., Баянова Т.Б., Япаскурт В.О. (2014) Последовательность геологических процессов в Центральной и Северо-Восточной части Лапландского гранулитового пояса: изотопно-геохимические данные по циркону и результаты геолого-петрологических исследований. *Геохимия* 7, 625-645.
2. Козлов Н.Е., Козлова Н.Е. (1998) О генезисе гранатовых плагиогранитоидов Лапландского гранулитового пояса. *Вестник МГТУ* 1, 43-52.
3. Митрофанов Ф.П., Кравцова Е.И., Мануилова М.М. (1974) Раннедокембрийские гранитоидные формации. Москва, Наука, 292 с.
4. Сафонов О.Г., Реутский В.Н., Голунова М.А., Бутвина В.Г., Япаскурт В.О., Варламов Д.А. (2016) Различные источники углерода во флюидах гранитоидов в гранулитовых комплексах // XXI СИМПОЗИУМ ПО ГЕОХИМИИ ИЗОТОПОВ имени академика А.П. Виноградова, Москва, Россия, 15-17 ноября 2016.
5. Сафонов О.Г., Реутский В.Н., Голунова М.А., Бутвина В.Г., Япаскурт В.О., Варламов Д.А., Щербаков В.Д., ван Риннен Д.Д. (2017) Изотопные характеристики углерода как индикатор источника высокотемпературных гранитоидов в гранулитовых комплексах // "Геодинамика раннего Докембрия: сходство и

различия с Фанерозоем", Материалы конференции, Петрозаводск, 29-31 мая, стр. 216-218.

6. Berman R.G., 2007. WinTWQ (version 2.3): A software package for performing internally-consistent thermobarometric calculations. Geological Survey of Canada Open File 5462.
7. Blundy J.D., Holland T.J.B., 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contribution to Mineralogy and Petrology* 104, 208-224.
8. Mints M.V., Kaulina T.V., Konilov A.N., Krotov A.V., Stupak V.M., 2007. The thermal and geodynamic evolution of the Lapland granulite belt: Implications for thermal structure of the lower crust during granulite-facies metamorphism. *Gondwana Research* 12, 252-267.

## PETROLOGICAL STUDY OF MAFIC XENOLITHES IN PLAGIOGRANITES OF THE RIVER LOTTA AREA OF THE CENTRAL ZONE OF THE LAPLAND GRANULITE COMPLEX

**Butvina V.G., Safonov O.G.**

Institute of experimental mineralogy (IEM) RAS, Chernogolovka,  
[butvina@iem.ac.ru](mailto:butvina@iem.ac.ru)

Thermobarometric data, fluid inclusions data and carbon isotope data confirm the conclusion that leucocratic garnet-bearing plagiogranites of the Lapland complex are associated with the anatexis of country khondalites during peak of metamorphism. The formation of these magmas occurred at depths of 25-30 km. During ascent, granitic magmas trapped mafic (two pyroxene-plagioclase) xenoliths at pressures 6.0-6.4 kbar. The interaction of predominantly aqueous-salt fluids issued by the magmas with the xenoliths during cooling at depths less than 20 km (5.0-5.5 kbar) led to their widespread amphibolization at temperatures of 740-780°C.