

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ОВОИДОВ ГРАНИТОВ РАПАКИВИ

БЕЛЯЕВ А.М. (СПбГУ), ЕРМОШ Н.Г. (СПбГДТЮ)

Граниты комплекса рапакиви известны, прежде всего, из-за своей специфической структуры: округлые или удлиненные мегакристаллы – овоиды калиевого полевого шпата (КПШ) часто окружены плагиоклазовыми оболочками. Спор о генезисе окаймленных овоидов продолжается более полутора столетий. Одни авторы рассматривали мегакристаллы КПШ как интрателлурические вкрапленники, возникшие при кристаллизации гранитного расплава или смешанной гибридной магмы. Другие полагают, что кристаллизация овоидов происходила в твердой среде в процессе высокотемпературного метасоматического преобразования (гранитизации) основного или кислого магматического субстрата флюидом, насыщенного калием и кремнием. Существуют и различные промежуточные модели формирования овоидов.

В известной монографии «Проблемы рапакиви и позднеорогенных интрузий» Николай Георгиевич Судовиков сопоставлял механизмы формирования позднеорогенных гранитных интрузий и батолитов рапакиви. И те, и другие, по его мнению, образовались в результате глубинного калий-кремниевое метасоматоза метаморфических толщ (гранитизации), их последующего частичного плавления, перемещения и кристаллизации. По его мнению, овоиды представляли собой порфиробласты КПШ, кристаллизовавшиеся в метаморфических породах в процессе метасоматоза. Последующее расплавление гранитизированных толщ их гомогенизация и внедрение в верхние структурные этажи, привело к сначала к оплавлению порфиробласт КПШ, а затем их дорастанию из расплава. Плагиоклазовые оболочки вокруг некоторых овоидов КПШ, по мнению Н.Г. Судовикова кристаллизовались из расплава (более основного, чем гранитный) на заключительных стадиях формирования гранитов рапакиви.

Предложенный Н.Г. Судовиковым механизм формирования позднеорогенных интрузий вполне подтверждается фактическим материалом на примере микроклиновых гранитов Карельского перешейка, таких как Лазурненский, Бородинский, Заветнинский и др. массивы. Однако по современным изотопно-геохимическим данным батолиты рапакиви Балтийского щита сформировались в анаорогенный период, отделенный от позднеорогенного магматизма интервалом в 200-300 млн лет. При этом рапакитвигранитная магма имела нижнекоровые изотопно-геохимические характеристики.

Наиболее популярна сейчас среди исследователей модель формирования рапакитвигранитных расплавов из гибридной магмы, возникшей в результате контаминации мантийных базитовых расплавов породами гранитного и гранито-гнейсового основания сиалической коры (Anderson 1980, Ramo 1991, Eclund 1993 и др.). Примерами смешения контрастных магм являются композитные дайки (Ramo 1991) и гибридные мафические включения в кислых породах (Eclund 1994) в составе анортозит-рапакитвигранитных ассоциаций. При этом в диабазах и магматогенных мафических включениях наблюдаются ксенокристаллы оплавленного кварца и овоидоподобные мегакристаллы КПШ, окаймленные плагиоклазовыми оболочками, которые попадают в основной расплав при его внедрении в не

полностью закристаллизовавшиеся граниты рапакиви. Окаймленные плагиоклазом овоиды КПШ встречены также в диабазовой дайке, прорывающей овоидные граниты рапакиви Салминского массива.

Изучение структуры полевых шпатов из таких гибридных пород при помощи рентгеновского фазового анализа показало, что ксенокристы КПШ, содержат от 0% (диабазовая дайка Салминского массива) до 5% (мафические включения в гранитах Аландского массива) альбитового минала в ортоклазе. Тогда как для овоидов из рапакиви характерно 12-15% альбитового минала в ортоклазе. Было предположено, что ксенокристы КПШ изначально содержавшие 12-15% альбитового минала в ортоклазе, и попавшие в высокотемпературную основную магму нагревались до температуры более 900⁰С, а при последующем охлаждении претерпели дополнительный распад твердого раствора КПШ и новое пертитообразование в РТ-области высокотемпературного сольвуса. На этой стадии структура калиевого полевого шпата освободилась от альбитового компонента, и в ортоклазе образовались вторичные рентгеновские криптопертиты плагиоклаза. Исследованные образцы прокаливались в платиновом тигле в муфельной печи при температуре 900⁰С в течении 8 часов и снова определялось их структурное состояние. Вследствие растворения рентгеновских криптопертитов плагиоклаза содержание альбитового минала в ортоклазе увеличилось до 26% как для ксенокристов КПШ, из диабазовой дайки Салминского массива, так и для мафических включений в Аландском массиве.

В структуре КПШ овоидов из гранитов рапакиви содержание альбитового минала в ортоклазе полевых шпатов до прокаливания составляло 12%, а после прокаливания даже несколько уменьшилось до 10%. Исследование структурного состояния КПШ очень важно для монцонитов, которые, по мнению некоторых исследователей, являются гибридными породами, возникшими в результате минглинга - смешения основной магмы с гранитной мигмой. Содержание альбитового минала в ортоклазе полевых шпатов монцонитов Салминского массива до прокаливания составляло 14%, а после прокаливания уменьшилось до 10%. Таким образом, КПШ монцонитов Салминского массива не являются ксенокристами, захваченными основным расплавом, так как не содержат рентгеновских криптопертитов. Следовательно, монцониты Салминского массива образовались не в результате смешения магм.

Для установления структурно-геохимических особенностей КПШ различного генезиса нами были обнаружены и исследованы овоидоподобные мегакристаллы – КПШ иногда окруженные плагиоклазовыми оболочками в экзоконтактовых роговиках Салминского массива рапакиви (Карелия). Кроме того, мегакристаллы КПШ встречаются в краевых частях ксенолитов гранитизированных габброидов Бердяушского комплекса рапакиви (Урал). Такие овоидоподобные метакристаллы, вполне определенно, могли образоваться в твердой породе из метасоматического флюида, отщепленного от магмы гранитов рапакиви. Рентгеновское исследование структурного состояния КПШ из этих пород показало, что содержание альбитового минала в ортоклазе полевых шпатов до прокаливания и после него практически не изменяется.

Нашими исследованиями было также установлено, что в ксенолитах габброидов насыщенных SiO₂ (содержащих нормативный кварц) метасоматические изменения выражаются в появлении порфиробласт округлого кварца и овоидоподобных метакристаллов

КПШ, тогда как в ксенолитах габброидов недосыщенных SiO_2 (с нормативны оливином в составе) изменения выражаются в появлении только порфиробласт КПШ. Таким образом, при калий-кремниевом метасоматозе в зависимости от основности субстрата, происходит либо его гранитизация (окварцевание и калишпатизация), либо сиенитизация (калишпатизация).

Как известно, в составе массивов рапакивигранитной формации часто присутствуют щелочнополевошпатовые сиениты, близкие по возрасту к гранитам и габбро-анортозитам (массив Суоминниеми в Финляндии, Рагунда в Швеции, Бердяуш, Ю. Урал). Причем в Бердяушском комплексе в группе щелочнополевошпатовых сиенитов присутствуют и нефелинсодержащие разновидности.

В основе предложенной нами модели образования рапакивигранитных и недосыщенных кремнеземом сиенитовых расплавов использованы основные положения представлений Н.Г. Судовикова. При глубинном калий кремниевом метасоматозе насыщенного кремнеземом базитового субстрата происходила его гранитизация. Плавление гранитизированных основных пород происходило на границах новообразованных порфиробласт кварца и КПШ и образовывался расплав, отвечающий по составу кварц-полевошпатовой котектике или эвтектике. При этом в первых порциях выплавок порфиробласты КПШ могли сохраняться в расплаве и перемещаться с ним в верхние структурные этажи, где в дальнейшем послужили ядрами при кристаллизации овоидов.

В случае частичного плавления сиенитизированных (калишпатизированных) пород из-за отсутствия кварца при более высокой температуре может плавиться альбитсодержащий КПШ и расплав по составу будет отвечать нефелинсиенитовой эвтектике. Следует отметить, что более 90% нормативного состава полевошпатовых сиенитов приходится на КПШ и альбит. Таким образом, при глубинном калий кремниевом метасоматозе базитового субстрата и его последующем частичном плавлении могут образовываться насыщенные и недосыщенные кремнием магмы.

Итак, порфиробласты КПШ, сохранившиеся в первых порциях выплавок, могли в дальнейшем служить ядрами при кристаллизации овоидов.

Вопрос о механизме кристаллизации плагиоклазовых оболочек также многократно обсуждался в научной литературе. Одни исследователи считали возможным их кристаллизацию из остаточного расплава, другие рассматривали механизм их кристаллизации в твердом субстрате в процессе метасоматоза или эксолуции КПШ. Кроме того нами установлены примеры кристаллизации плагиоклазовых оболочек на овоидоподобных кристаллах КПШ в экзоконтактных роговиках и в краевых частях гранитизированных ксенолитов габброидов (Бердяушский массив).

Геологические и морфологические свидетельства в пользу кристаллизации оболочек на овоидах КПШ из расплава следующие. Овоиды с плагиоклазовыми оболочками в орбикулярных гранитах (Салминский массив) слагают центральные части орбикул и служат центрами кристаллизации для гранифириной кварц-полевошпатовой оболочки орбикул. Также орбикулы присутствуют в зоне эндоконтакта гранитов Салминского массива. Овоиды с плагиоклазовыми оболочками присутствуют в дайках базитов, внедрившихся в не полностью закристаллизовавшиеся выборгиты. Плагиоклазовыми оболочками окружены оплавленные «гранитные овоиды».

Следовательно ооиды с плагиоклазовыми оболочками уже существовали до кристаллизации остаточного расплава. Вместе с тем, на примере орбикулярных гранитов, видно, что остаточный расплав имел котектический состав и из него не мог кристаллизоваться не только плагиоклаз состава олигоклаза, слагающий оболочки, но даже плагиоклаз состава альбита.

По геологическим наблюдениям ооиды с плагиоклазовыми оболочками весьма неравномерно распределены в гранитах рапакиви и кварцевых сиенитах. Так среди гранитов выделяют структурно-петрографические разновидности в которых ооиды без оболочек встречаются значительно реже, чем ооиды с плагиоклазовыми оболочками – питерлиты. В выборгитах, напротив, большинство ооидов окружены плагиоклазовыми оболочками. Кроме того, как среди выборгитов, так и питерлитов, в виде полос и шпир встречаются более меланократовые кварцевые сиениты, в которых практически все кристаллы КПШ заключены в плагиоклазовые оболочки.

Таким образом, вполне вероятно что, в соответствии с представлениями Н.Г. Судовикова, плагиоклазовые оболочки на ооидах КПШ кристаллизовались из расплава более основного, чем гранитный, на заключительных стадиях формирования гранитов рапакиви. При этом, ооиды с плагиоклазовыми оболочками и без них, могли кристаллизоваться в различных физико-химических условиях (из расплава различного состава и в разных метаморфизмах) и совместное их нахождение в выборгитах объясняется механическим смешением гранитных магм при подъеме и внедрении (уже содержащих в своем составе те и другие).

Изучение геохимических особенностей ядерных частей ооидов показало, что в зональных кристаллах, от центральных частей к краевым, наблюдается закономерное уменьшение содержания Ba, Sr, и Rb. При этом КПШ краевых частей по своим структурно-геохимическим особенностям сходен с КПШ слагающим мелко-среднезернистую основную массу гранита. Установлено, что в ооидах, имеющих плагиоклазовую оболочку, краевая зона всегда содержит $Ba > 0,2\%$, что свидетельствует о том, что плагиоклазовая оболочка на ооидах формировалась до начала кристаллизации основной массы гранита.

Кроме того, присутствие ооидов, имеющих разную концентрацию Ba в своих центральных частях, свидетельствует о том, что существовало, вероятно, несколько стадий кристаллизации ооидов.