Сравнительный анализ эволюции Беломорско-Лапландского коллизионного и Свекофеннского аккреционного орогенов

Глебовицкий В.А.

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петрбург

Беломорско-Лапландский коллизионный и Свекофеннский аккреционный орогены – это сопряжено развивающиеся в позднем палеопротерозое тектонические структуры. Раскрытие временных связей между ними является целью этого сообщения. Архейская и ранне-палеопротерозойская предыстория первого из них достаточно хорошо известна благодаря исследованиям последних лет, проведенными многими коллективами геологов из ГИ КолНЦ РАН, ИГ Кар.НЦ РАН, ИГГД РАН, ГИН РАН, ИГЕМ РАН, ГЕОХИ РАН. Она включает в себя два продолжительных периода эволюции: неоархейский (2.9-2.65 млрд. лет), когда востроводужных системах происходила генерация и рост новой континентальной коры с возрастом 2.78-2.74 млрд. лет и последующая коллизия островной дуги и края континента (2.72-2.65 млрд. лет), и ранне-палеопротерозойский, когда 2.45 млрд. лет назад начала формироваться система рифтов, в конечном итоге приведшее к расколу эпиархейского континента. Ключевым в тектонике Беломорского пояса является существование в его пределах двух систем тектонических покровов, названных Беломорским и Лапландским аллохтонами и выделенных на основании геологического картирования [1, 2, 3 и библиография в них], которые разделены продолжительным периодом рифтогенеза. В этой эволюции отражены главные этапы формирования глобальных систем коллизионных и аккреционных орогенов и рифтов.

С архейской предысторией Беломорско-Лапландского коллизионного орогена закономерно связано проявление регионального метаморфизма. Собственно стадия коллизии сопровождается метаморфизмом повышенных давлении, который завершается преобразованием пород в условиях декомпрессии и широким проявлением ульраметаморфизма. В этой последовательности находят себе место формирование эклогитов и эклогитоподобных пород, а на поздних стадиях коллизии – формирование коровых магматических очагов при парциальном плавлении толщ. Существуют многочисленные изотопно-геохронологические подтверждения указанной последовательности метаморфических событий и эпизодов.

Свекофеннский этап преобразования архейского беломорского гнейсового комплекса отчетливо связан с развитием Лапландского аллохтона, который надвигался с севера и перекрывал практически полностью Беломорский пояс, что подтверждается данными структурного анализа [1]. Формирование аллохтона является результатом коллизии типа «континент-континент», когда имело место столкновение двух архейских континентальных плит, Кольской и Карельской. Существует два характерных признака этих явлений – это инвертированная метаморфическая зональность гималайского типа и эволюция PT параметров процесса по пути компрессионного охлаждения и последующей декомпрессии («против часовой стрелки»). Инвертированная метаморфическая зональность наиболее отчетливо проявляется в подошве крупных тектонических покровов, например, Лапландского гранулитового, который залегает на гнейсах и кристаллических сланцах высоких и средних ступеней метаморфизма амфиболитовой фации, входящих в состав пояса Танаелв. Подобные соотношения минеральных фаций метаморфических пород наблюдаются и в Кандалакшско-Колвицком фрагменте гранулитового пояса. В пределах последнего была детально исследована эволюция термодинамических параметров на основании термо- и барометрии метаморфизованных габброидов и анортозитов Колвицкого плутона, время кристаллизации которых определено U-Pb методом по циркону – 2.46 млрд. лет [4] и позже было подтверждено работами [5], и глиноземистых пород. Пик гранулитового метаморфизма, во время которого при температуре 800-850^{0}C давление в Колвицком массиве достигало 12-16 кбар, приходится на время 1906-1907 млн. лет. Величина давления некоторое время выдерживается на этом высоком уровне, после чего при температуре около 650-700^{0}C происходит декомпрессия до 6-7 кбар. Таким образом вычерчивается PT тренд «против часовой стрелки». В системе тектонических покровов Кандалакшско-Колвицкого фрагмента гранулитового пояса пластина, образованная колвицкими габбро и анортозитами занимает нижнюю позицию в тектоно-стратиграфической последовательности. Выше залегает пластина, в суще-

ственной своей части состоящая из высокоглиноземистых гнейсов. PT-тренд, выведенный для них, подобен тому, который установлен в габбро-анортозитах, но давление в пике достигает только 9-10 кбар. В верхней части гнейсовой пластины максимальное измеренное давление – 7 кбар. Такая разница давления вполне прилично согласуется с мощностями тектонических покровов.

Момент столкновения Кольской и Карельской континентальных плит (1.95-1.91 млрд. лет), соответствующий формированию Лапландского аллохтона, является начальным в свекофеннском метаморфическом цикле, который продолжался, по крайней мере, до 1.85 млрд. лет, эксгумация же глубоко метаморфизованных пород происходила последовательно с северо-востока на юго-запад. При этом под аллохтоном на всем пространстве Беломорского пояса широко проявляются процессы анатектической мигматизации.

Процесс коллизии типа «континент-континент» в данном случае приводит к объединению Кольской и Карельской плит и формированию единого Карело-Кольского континента, в юго-восточном обрамлении которого развивается Свекофеннский аккреционный ороген.

Свекофеннский аккреционный ороген представляет собой область генерации позднепалеопротерозойской континентальной коры. Отчетливые признаки архейской континентальной коры устанавливаются только в пределах переходной Саво-Ладожской или Свеко-Карельской зоны, где она выступает на поверхность в ядрах обрамленных куполов. Началом эволюции орогена принято считать раскрытие Людиковийского океана, произошедшего на последней стадии длительного периода палеопротерозойского рифтогенеза. Маркирующими это событие являются офиолиты Йормуа [6], имеющими возраст 1.96-1.97 млрд. лет. Строго говоря, появление этой офиолитовой ассоциации является следствием задугового спрединга. Что же касается самих островных дуг, то выделяется две их системы, одна из которых формируется непосредственно вблизи активной окраины континента. Время формирования этой дуги достаточно хорошо известно – 1.92 млрд. лет. Вторая система островных дуг выделяется в Южной Финляндии и прослеживается в Центральную Швецию. Возраст инициальных вулканитов, по-видимому, тот же, но завершается формирование этой системы позже, около 1.88 млрд. лет. Такое возрастное скольжение нашло отражение в зональном распределении генерирующей новой континентальной коры, которая омолаживается в направлении северо-восток – юго-запад, что доказывается изотопной Nd корообразующих гранитоидных комплексов.

В настоящее время имеется обширная информация об изотопном возрасте главнейших комплексов плутонических пород Свекофеннского орогена [7 и др.]. В их последовательности важнейшими являются (1) тоналит-трондьемитовая ассоциация, синхронная с ранними островодужными вулканитами, (2) эндербит-чарнокитовый комплекс (1.88 млрд. лет), одна из разновидностей плутонитов островных дуг, которые контролируют распределение зон наиболее высокоградного (гранулитового) метаморфизма, (3) диорит-тоналит-гранодиоритовая серия (1.87 млрд. лет), другая разновидность плутонитов островных дуг, (4) ассоциация мигматитов и других ультраметаморфогенных гранитоидов, включая диатектические тоналиты-гранодиориты (1.86 млрд. лет), (5) ассоциация позднеорогенных гранодиоритов и гранитов (1.86 млрд. лет). Процессы коллизии островной дуги и края континента выразились в формировании покровно-надвиговой структуры на границе Саво-Ладожской зоны и собственно Свекофеннского орогена – в зоне Раахе-Ладожского шва. Первые три ассоциации предшествуют этому этапу эволюции и потому имеют геохимические черты, свойственные доколлизионным плутонитам, тогда как четвертая и пятая ассоциация – типично синколлизионнне образования.

Перечисленные этапы эволюции эндогенных процессов укладываются в единый цикл продолжительностью около 60 млн. лет, из которых примерно половина приходится на событие свекофеннского метаморфизма и ультраметаморфизма. Есть данные о том, что такие возрастные рамки имеют эндогенные процессы непосредственно на активной окраине Кольско-Карельского континента. В отличие от этого, Южно-Финляндская зона свекофеннид, где островодужные системы развивались заметно позже, примерно на 30–40 млн. лет, позже проявлялись и процессы высокоградного метаморфизма и сопряженного с ним плутонизма (примерно 1.80 млрд. лет назад).

В пределах Свекофеннского орогена с определенностью устанавливается связь высокоградного (гранулитового) метаморфизма, знаменующего собой появление в земной коре сильных положительных аномалий, с островодужными плутонитами, что заставляет квалифицировать это явление как надсубдукционное.

Таким образом, Беломорско-Лапландский и Свекофеннский орогены принципиально отличаются друг от друга. Режим коллизии двух континентальных плит определяет преимущественное проявление синколлизионного магматизма и метаморфизм в режиме меняющихся температур, но повышенных давлений, формирование инвертированной метаморфической зональности и РТ эволюцию на регрессивной стадии «против часовой стрелки». Свекофеннский ороген прежде всего характеризуется широким развитием надсубдукционного магматизма и высокоградного метаморфизма. Но все же их развитие связано в том смысле, что кульминация коллизионных процессов стимулирует синхронное развитие активной окраины последовательный рост новой континентальной коры в Свекофеннском орогене.

Литература

1. *МиллерЮ.В., Милькевич Р.И.* Геотектоника. 1995. № 6. С. 80–92.
2. *Глебовицкий В.А., Миллер Ю.В., Другова Г.М. и др.* Геотектоника. 1996. № 1. С. 63–75.
3. *Ранний докембрий* Балтийского щита. Наука. СПб. 2005. 712 с.
4. *Фриш Т., Глебовицкий В.А., Джексон Г. и др*. Петрология 1995. Т. 3, № 3
5. *Балаганский В.В., Тиммерман М.Я., Кислицин Р.В. и др.* Вест. Мурм. Университета. 1998. Т. 1. № 3. С. 19–32.
6. *Kontinen A.* Precambrian Res. 1987. V.35. P. 313–341.
7. *Глебовицкий В.А., Балтыбаев Ш.К., Левченков О.А. и др.* Докл.РАН. 2001. Т. 396. №5. С. 369–373.

Геология и минерагения Онежского рудного района (Южная Карелия)

Голубев А.И., Трофимов Н.Н., Лавров М.М.

Институт геологии Кар НЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: golubev@krc.karelia.ru

Онежский рудный район представляет собой уникальный регион как в смысле геологического строения, так и по насыщенности минеральными месторождениями различного генезиса [1, 2]. В его пределах решаются фундаментальные проблемы стратиграфии и геохронологии позднего архея и протерозоя, геодинамических режимов формирования структур подобного рода, процессов рудогенеза в раннедокембрийских бассейнах седиментации и вулканизма в связи с основным, средним и кислым магматизмом и последующим метаморфизмом и метасоматозом. Разрез нижнего протерозоя по своей полноте не имеет равных не только в России, но и в мире.

Онежская структура размещается в пределах юго-восточной части Карельского сегмента зоны грабеновых впадин Карельско-Лапландской рифтогенной системы [3]. Ее образование обусловлено формированием в нижнепротерозойский период рифтовой зоны, охватывающей по времени Карельский тектономагматический цикл 2500–1950 млн. лет. Появление и развитие Онежской структуры неразрывно связано с образованием нижнепротерозойского Водлозерско-Сегозерского сводового поднятия (первый этап развития рифта), обусловленного всплыванием астеносфенного выступа аномальной мантии с центром в районе оз.Водлозеро, что косвенно подтверждается наличием гравитационного максимума силы тяжести. Формирование свода сопровождается появлением зоны растяжения клиновидной формы протяженностью около 500 км, ограниченной транскоровыми разломами, один из которых совпадает с границей Беломорской коллизионной зоны (рис.).

Для раннего протерозоя рассматривается вариант развития внутриплитного континентального рифтогенеза, называемого еще рассеянным. Предложена модель сводообразного поднятия и охарактеризованы этапы ее развития на примере Онежской структуры. Согласно принятой нами схемы, процесс растяжения (рифтообразования) является следствием воздымания астеносферы и формирования свода, обусловленных дегазацией ядра, носившей массовый характер на границе архея и протерозоя. Астеносферное поднятие, вызванное процессами дегазации ядра и мантии, сопровождается интенсивным и длительно живущим флюидопотоком, повышенным температурным градиентом. Этапу сводообразования (включает внедрение расслоенных интрузий) сопутствует привнос калия, этапу прогибания (развития брахиформ с трапповым магматизмом) – преимущественно углеводородов, транспортирующих широкий комплекс рудных элементов – V, U, Mo, БМ и др. [4].