

Геодинамика и металлогения архейских супракрустальных комплексов Беломорской провинции Фенноскандинавского щита

Слабунов А.И., Кулешевич Л.В.

ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, slabunov@krc.karelia.ru, kuleshevich@krc.karelia.ru

Беломорская провинция (БП) Фенноскандинавского щита сложена главным образом неоднократно метаморфизованными в условиях фаций повышенных и высоких давлений и интенсивно деформированными неоархейскими гнейсогранитами, зеленокаменными и парагнейсовыми комплексами [3, 5, 10]. Палеопротерозойские габброиды (друзиты), пегматиты также являются типоморфными для БП, но они составляют значительно меньший объем структуры. Наблюдаемая в настоящее время граница БП со смежными структурами окончательно сформировалась в палеопротерозое в интервале 2,0–1,7 млрд лет [2].

Металлогеническая и минерагеническая специализация БП определяется: 1) особенностями состава вулканогенных, осадочных и интрузивных (главным образом габброидных) образований, содержащих стратифицированные вкрапленно-прожилковые и регенерированные колчеданные руды, не богатую благороднометалльную (золото-сульфидную или палладиевую) минерализацию, 2) спецификой метаморфогенно-метасоматических преобразований пород, в результате которых формируются пегматиты (мусковитовые, редкометалльные, керамические), абразивные и технические минералы (гранат, кианит) [7, 15].

Зеленокаменные комплексы БП слагают в юго-западной и центральной частях БП Северо-Карельскую систему зеленокаменных поясов (СКСЗП) и Центрально-Беломорский зеленокаменный пояс (ЦБЗП), в северной –зеленокаменные пояса Тулппио и Енский, время формирования вулканитов которых оценивается в 2,82–2,88 млрд лет и 2,8–2,76 млрд лет, а на границе с Центрально-Кольским блоком –Воче-Ламбинский зеленокаменный пояс, заложенный на гранитогнейсовом фундаменте вероятно около 2,7 млрд лет [10, 11, 16 и ссылки там]. Супракрустальные образования также слагают Чупинский парагнейсовый пояс, вытянутый вдоль осевой линии БП.

Ранняя стадия (2,88–2,83 млрд лет) развития БП маркируется вулканогенными и осадочными образованиями, входящими в состав зеленокаменных и парагнейсовых комплексов. Средне-кислые вулканиты Керетского зеленокаменного пояса, метаграувакки Чупинского парагнейсового пояса (ЧПП) и фрагменты океанической коры ЦБЗП с возрастом 2,88–2,83 млрд лет составляют латеральный ряд, маркирующий различные зоны субдукционной системы –керетьозерской конвергентной границы плит западнотихоокеанского типа [10].

Каждая из зон имеет свои металлогенические особенности [7]. В разрезе островодужных ассоциаций хаттомозерской стратотектонической ассоциации Керетской зеленокаменного пояса СКСЗП установлена рассеянная вкрапленно-прожилковая сульфидная минерализация преимущественно пирротинового, либо магнетитового состава (район Майозера, Желтозера, Магнетитовая Варакка, оз. Железное и др. объекты). Они, вероятно, являются парагенетическими с туфогенно-осадочными толщами, то есть относятся к типу стратифицированных. Эти рудные горизонты хорошо прослеживаются по магнитным аномалиям [13]. Вместе с тем на отдельных участках отмечается регенерация руд в ореоле гранитоидов и в зонах деформаций.

Метаграувакки ЧПП, маркирующие преддуговой бассейн [10], представлены гранат-биотитовыми, кианит-гранат-биотитовыми гнейсами с редкими прослоями амфиболитов и вкрапленно-прожилковой и рассеянной сульфидной минерализацией. Они обогащены рудогенными элементами, такими как Ni, Co, Cu, Cr, V и незначительно благородными металлами [8, 14]. В них наблюдается образование вкрапленной, прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации и кварц-сульфидных прожилков множества генераций.

С океаническими комплексами ЦБЗП связаны колчеданы так называемой восточной зоны [9] (рудопроявления Кив-губа, Рогомское, Кохозеро и др.). Эти руды имеют пирит-пирротинный и пирротинный состав с незначительной примесью халькопирита, сфалерита, пентландита, магнетита. Они обогащены Ni и Co. Следует предполагать, что океанические (офиолитоподобные) образования могут быть перспективны на никель и хром [1].

Развитие древних островодужных систем завершается примерно 2,83–2,8 млрд лет назад, когда происходит аккреция островодужных, троговых, океанических комплексов, формирование ранней генерации гранитоидов ТТГ ассоциации, метаморфические преобразования в условиях гранулитовой фации [2, 5]. Кроме того, на завершающей стадии развития северной конвергентной границы (зеленокаменный пояс Тулппио) образуются массивы сиенитов которые служат индикатором существования здесь развитой континентальной коры [10, 11, 16 и ссылки там].

Таким образом, в период 2,88–2,8 млрд лет в результате субдукционных и аккреционных процессов на конвергентных границах океанических литосферных плит образовались первые в данной системе фрагменты новой континентальной (или субконтинентальной) земной коры, содержащие колчеданные и магнетитовые рудные тела.

В период 2,8–2,74 млрд лет формируется несколько субдукционно-аккреционных систем. Супракрустальные образования этого периода известны в СКЗЗП (хизоваарский зеленокаменный комплекс), Енском и Пибозерском зеленокаменных поясах. Выделяется, по крайней мере, три островодужные системы, сформировавшиеся в этот период. Супрасубдукционный офиолитовый комплекс, фрагменты которого установлены в Ириногорской и Хизоваарской структурах, сформировался в основании юной островной дуги или в задуговом бассейне. Позднее образуется зрелая вулканическая островная дуга с известко-щелочными и адакитовыми вулканитами среднего и кислого составов [6, 11, 16 и ссылки там].

С островужными комплексами этой генерации в Тикшезерском зеленокаменном поясе и Хизоваарской структуре Керетского связано образование колчеданных и магнетитовых руд, вкрапленно-прожилковой золотосодержащей полиметаллической и арсенопиритовой минерализации [7 и ссылки там]. Колчеданные руды приурочены к метавулканитам кислого-среднего состава и углеродсодержащим сланцам, содержат повышенные концентрации полиметаллов и представлены прожилково-вкрапленными пирротиновыми, либо пиритовыми рудами с содержанием сульфидов 10–70%. Спецификой рудной минерализации зеленокаменных комплексов этой генерации является появление арсенопирита и золотосодержащей Sb-As минерализации [6, 7 и ссылки там]. В значительном количестве арсенопирит выделяется в метасоматитах, связанных с последующим метаморфизмом.

Поздняя субдукционно-аккреционная (предколлизийная) стадия (2,73–2,71 млрд лет) развития литосферы БП фиксируется проявлениями гранулитового метаморфизма умеренных давлений и (габбро)-энтербит-чарнокитового магматизма (нотозерский комплекс) в западной части системы и формированием эклогитов [4] – в восточной. Метаморфические и магматические события в Западно-Беломорском гранулитовом поясе являются отражением процессов субдукции в надсубдукционной плите. Неоархейский (2,7–2,72 млрд лет) эклогитсодержащий гридинский меланж является индикатором зоны субдукции, вдоль которой породы океанической коры погружались на глубины около 60–65 км, а позднее ее небольшие фрагменты были эксгумированы. В это же время (2724 млн лет) в тыловой части системы образуется крупный диорит-плагиогранитный (санукитоидный) батолит [10, 11, 16 и ссылки там].

Начиная примерно с 2,72–2,71 млрд лет, Беломорская система вступает в коллизийную стадию развития, которая маркируется проявлениями покровно-складчатой и купольной тектоники, высокобарическим метаморфизмом, гранитообразованием (образуются поля мигматитов и массивы лейкогранитов с геохимическими характеристиками коллизийных S-гранитов). В этот период происходит наиболее существенное преобразование сформировавшихся ранее рудных тел: образуются регенерированные типы колчеданных руд и сульфидная минерализация метасоматитов, происходит переотложение вкрапленно-прожилковой сульфидной минерализации, новообразование прожилковой и гнездово-вкрапленной метасоматической золотосодержащей сульфидной и сурьмяно-мышьяковой минерализации [7].

Следствием коллизии является увеличение мощности коры и как результат – ее гравитационная неустойчивость и коллапс орогена. На этой же стадии образуются вулканиты, грубообломочные осадки и лейкогаббро [12], разнообразные гранитоиды, в том числе субщелочные.

Новый цикл развития литосферы БП начинается примерно 2,5 млрд лет назад с растяжения и внедрения в нее большого количества базитовых интрузий. Спецификой интрузивного магматизма этого возраста является ильменит-титаномагнетитовая с МПГ (преимущественно палладиево-арсенидная) минерализацией.

Таким образом, металлогеническая специализация архейских комплексов БП находит объяснение в рамках геодинамической модели, предусматривающей их формирование в условиях океанических, субдукционных, аккреционных, коллизионных обстановок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 06-05-64876)

Литература

1. Березин А.В. Новые перспективы минерагенического районирования БПП // Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения. Матер. научн. конф. и путеводитель экска. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. С.108–110.
2. Бибикова Е.В., Слабунов А.И., Богданова С.В., Шельд Т. Тектоно-термальная эволюция земной коры Карельской и Беломорской провинций Балтийского щита в раннем докембрии по данным уран-свинцового изотопного исследования сфенов // Геохимия. 1999. №8. С.842–857.
3. Володичев О.И. Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). Л.: Наука, 1990. 248 с.
4. Володичев О.И., Слабунов А.И., Бибикова Е.В. и др. Архейские эклогиты Беломорского подвижного пояса, Балтийский щит // Петрология. 2004. Т.12. №6. С.609–631.
5. Глебовицкий В.А., Миллер Ю.В., Другова Г.М. и др. Структура и метаморфизм Беломоро-Лапландской коллизионной зоны // Геотектоника. 1996. №1. С.63–75.
6. Кожеевников В.Н. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2000. 223 с.
7. Кулешевич Л.В. Металлогения Беломорского складчатого пояса и Северо-Карельских зеленокаменных структур // Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения. Матер. научн. конф. и путеводитель экска. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. С.207–211.
8. Ручьев А.М. Благородные металлы в гнейсах чупинской свиты (Беломорский комплекс, Северная Карелия) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. №5. 2002. С.47–58.
9. Рыбаков С.И. Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. Л. Наука. 1987. 269 с.
10. Слабунов А.И. Геология и геодинамика Беломорского подвижного пояса Феноскандинавского щита. Автореф. докт. дисс. М.: ГИН РАН. 2005. 46 с.
11. Слабунов А.И., Лобач-Жученко С.Б., Бибикова Е.В., Балаганский В.В. и др. Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника. №6. 2006. С.1–29.
12. Слабунов А.И., Степанова А.В., Бибикова Е.В. и др. Неоархейские габброиды Беломорского подвижного подвижного пояса: U-Pb геохронология по цирконам и геодинамические следствия // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. Матер. конф. М.: ГЕОС. 2006. С.286–290.
13. Слюсарев В.Д., Кулешевич Л.В., Гришин А.С. Металлогенические особенности района озер кереть – Верхнее Кумозеро // Геология и рудогенез докембрия Карелии. Петрозаводск, 1991. С. 33–38.
14. Степанов В.С., Слабунов А.И. Амфиболиты и ранние базит-ультрабазиты докембрия Северной Карелии. Л.: Наука. 1989. 175 с.
15. Щитцов В.В. Особенности минерагенической специализации Западного Беломорья (оценка и доступность запасов и ресурсов) // Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения. Матер. научн. конф. и путеводитель экска. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. С.327–329.
16. Slabunov A.I., Lobach-Zhuchenko S.B., Bibikova E.V., Sorjonen-Ward P. et al. The Archaean nucleus of the Fennoscandian (Baltic) Shield // European Lithosphere Dynamics. 2006. Gee D.G. & Stephenson R.A. (eds) Memoirs, 32. London: Geological Society. P.627–644.

О формулах ассоциаций

Смирнова Н.Л.

Московский государственный университет, г. Москва, e-mail: snl194@mail.ru

Образование ассоциаций – явление универсальное и имеет место во всех системах. Синонимами и полусинонимами понятия ассоциация являются комплекс, парагенезис, совокупность, набор, кластер, агрегат и многие другие. Ассоциации представляют собой совокупности элементов (составляющих, модулей и т.д.), рассматриваемых в системе как целое. В частности элементами могут быть структурные единицы. Ассоциации имеют качественный состав из разных элементов и количественный, который представляется коэффициентами при элементах. Ассоциации могут быть простыми, если состоят из идентичных элементов и сложными, если элементы различны. Элементы