

Подобная разреженность линеаментных форм, предположительно, свидетельствует об относительной стабилизации геодинамического режима в южной части Подмосковья, в частности, в пределах сочленения древних фрагментов Сокольнической и Вeneвской СВПО (рис.).

Над Пачелмским авлакогеном ориентировка линий тока северо-восточная, подчеркивающая блоковое строение линейной отрицательной структуры. Выделенные линии тока сохраняют свою северо-восточную ориентировку на переходной структуре – Коломенских валах, что косвенно указывает на сопоставимость геодинамического режима двух разнородных блоков. На востоке Коломенские валы ограничены линеаментной зоной северо-западного простирания, сопряженной с западной границей Северо-Мещерского выступа, в пределах которого ориентировка линий тока меняется на субширотную. Смена рисунка линий тока, вероятно, обусловлена геодинамической активизацией выделенного блока.

Вдоль простирания Подмосковского авлакогена ориентировка и степень сгущения линий тока изменяется неравномерно. В юго-западной части морфология авлакогена определяет общий план линий тока. В средней части, отделенной субширотной границей сгущения линий тока, плотность линеаментов возрастает в северо-восточном направлении. Восточная часть Подмосковского авлакогена маркируется сгущением и сходимостью линий тока в периклинальной части.

Северо-западная часть территории имеет единый рисунок пликативных деформаций, выраженный в повышенной плотности линий тока, ориентированных в северо-восточном направлении, косвенно свидетельствующий об относительной подвижности наиболее древнего Лотошинского фрагмента и сопряженных глубинных структур – Микулинской ступени и Решетниковского вала.

Сравнительный анализ линеаментных форм, выделенных по программе LESSA, со строением поверхности кристаллического фундамента и положением глубинных структур указывает на геодинамическую активизацию регионального разрывного нарушения между Лотошинской и Дмитровской СВПО, южных границ Гжатско-Сергиев-Посадского, Подмосковского и, частично, северной границы Пачелмского авлакогенов. Сопоставление геолого-тектонического строения и структур фундамента с полем линеаментов позволяет детализировать геодинамическое районирование территории Подмосковья.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 07-05-00454-а)

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о результатах работ по теме «Составление комплекта карт геологического содержания масштаба 1:500000 и мелче по территории деятельности Центрального ДПР. М.: Центргеология, 2001
2. Отчет по проведению аэрогеофизических работ для обеспечения геофизической основой геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 на территории Московского региона в 1993-1998 г.г. М.: Аэрогеофизика, 1999.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И РУДОНОСНОСТЬ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КОСТОМУКШСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Горьковец В.Я., Раевская М.Б.

Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, gorkovets@krc.karelia.ru

Материалы геологических, геолого-геофизических исследований и космических съемок наглядно показали, что существует четкая взаимосвязь между поверхностными и глубинными структурами земной коры. Эта взаимосвязь вызвана совокупностью определенных геофизических, физико-химических и палеогеографических условий, которые приводят, в том числе, к формированию очень крупных, суперкрупных или комплексных крупных месторождений.

Становлению Фенно-Карельского кратона предшествовало длительное формирование данного участка земной коры – с раннего архея до фанерозоя включительно. Это нашло своё отражение в разнообразии геологических процессов в породных комплексах. Последние дают возможность восстановить геологическую историю развития региона и оптимально объяснить металлогенические особенности его развития, установить причину формирования комплекса рудных месторождений и рудопроявлений в том числе в Костомукшском рудном районе, включающим Костомукшское железорудное месторождение позднеархейского возраста – крупнейшего по железу на Фенноскандинавском щите, а также формированию в этом районе крупных золоторудных проявлений протерозойского возраста и интенсивного развития рифейских алмазоносных кимберлитов и лампроитов.

Материалы космических съемок и геологические научно-исследовательские работы достоверно показали, что на поверхности земной коры проявлены довольно многочисленные кольцевые образования диамет-

ром десятки и сотни километров. Возникновение кольцевых структур в значительной степени обусловленных геологическими процессами – геодинамическими, тектоническими, вулканическими, магматическими, экзогенными, метаморфическими и их сочетания между собой.

Особенности размещения геологических комплексов архея Фенноскандинавского щита, в том числе и Фенно-Карельского кратона, зональность распространения фациальных и литогенетических типов вулканогенно-осадочных метаморфизованных образований, формационная, металлогеническая зональность, возрастные и геофизические данные обоснованно свидетельствуют, что развитие архейской подвижной области происходило над восходящими мантийными диапирами (мегасводами, купольно-вулканическими поднятиями) [3,8]. Позднеархейские зеленокаменные пояса представляют собой останцы (реликты) палеобассейнов и служат поверхностным выражением – проекцией термальных плюмов, зародившихся на границе ядра и мантии. Формирование рифтогенных и радиальных структур было обусловлено механическим подъемом и термальным воздействием мантийных диапиров.

На основе геологических исследований, подтвержденных материалами космических съемок в пределах Фенно-Карельского кратона, выделяется несколько деформированная кольцевая структура диаметром около 500 км, сложенная по периферии позднеархейскими вулканогенными и вулканогенно-осадочными комплексами – эшелонированными зеленокаменными поясами [6,7], представляющий собой реликты краевой части крупного мантийного диапира (мегасвода). Центральная часть этого крупного диапира представлена гранит-зеленокаменной областью сложенной позднеархейскими зеленокаменными и белосланцевыми поясами [2,10], содержащими хемогенно-осадочные железисто-кремнистые формации. В пределах Фенноскандинавского щита возможно выделение серии крупных мантийных диапиров (мегасводов) [2].

Не менее характерно выделение в пределах мегасводов (купольно-вулканических поднятий) кольцевых структур второго порядка, древнейших раннеархейских блоков – Вокнаволоцкого и Водлозерского с реликтами гранулитовых комплексов. Районы раннеархейских блоков имеет зональное строение. В центральной части выделяется древнейшее ядро диаметром 50-90 км с повышенной плотностью микролинеamentов, представленных энтербитами, гранулитами, чарнокитами и тоналитами (плотность $2,79 \text{ г/см}^3$). На Вокнаволоцком блоке интенсивная гравиметрическая аномалия отражает наличие здесь подъема верхней крошки «нижней коры» над мантийным диапиром на 15-20 км, что подтверждается на сейсмическом разрезе МОГТ сейсмического профиля 4В [1].

Центральное ядро окружено зоной шириной 40-70 км зеленокаменных поясов с тектоническими дугowymi и радиальными элементами. В южной части этой зоны в районе оз. Кийтехенярви в виде субширотной полосы на расстоянии 15 км прослежены сотни интенсивно переработанных, будинированных долеритовых, габбро-долеритовых, коматиитовых даек, представляющих собой реликты подводящих вулканических трещинных каналов, служащих путями подъема магмы при формировании лопийских базальтовых, коматиитовых лав архейских зеленокаменных поясов (возраст 2,9 млрд.лет). В период протерозойской активизации образовались интрузивные комплексы долеритов, габбро-долеритов (возраст 2,45 млрд.лет) и рифейские лампроиты и кимберлиты (возраст 1,23 млрд.лет). Эту глубинную мантийную долгоживущую (с Arch по настоящее время) структурную зону с широко развитыми дугowymi и радиальными тектоническими элементами, оконтуривающими раннеархейское ядро мы выделили как зона Маанселька.

Основное структурное положение рудных формаций в зоне Маанселька определяется их нахождением в пределах позднеархейской подвижной зоны и протерозойской зоны активизации, располагающихся на границе с раннеархейским ядром. Пояс Маанселька в позднем архее был кратонизирован, но оставался областью развития глубинных разломов, по которым происходили интенсивные подвижки на этапе протерозойской активизации, и, соответственно, явились причиной формирования рудных концентраций. Таким образом, дуговые, полосовидные и радиальные тектонические структуры, возникнув в архее этого района, затем не однократно активизировались в различные геологические эпохи и служили каналами тепломассопереноса, соединяющих мантию, земную кору и поверхность.

Железонакопление в Костомукшском рудном районе в позднем архее представляет собой сложный и длительный процесс, сопоставимый с этапами геологического времени 2,90-2,70 млрд.лет. На этом участке подвижной области формирование хемогенно-осадочных железисто-кремнистых формаций обусловлено сочетанием эндогенных и экзогенных процессов, проявлению многократных процессов тектоники и метаморфизма. Эта активная тектоническая зона на рифтогенной стадии мегасвода контролировала интенсивное формирование многокилометровых толщ базальтового, коматиитового мантийного вулканизма и, вероятно, корового риодацитового с вулканогенно-осадочными железисто-кремнистыми образованиями [2,5]. На стадии инверсии тектонического режима мегасвода Фенно-Карельского участка земной коры произошло формирование позднеархейского глубоководного бассейна седиментации. На этой стадии экзогенные процессы привели к интенсивному выветриванию уже метаморфизованных подстилающих лопийских вулканогенно-осадочных толщ и пород гнейсогранитного фундамента [4]. Экзогенные процессы выветривания в этой активной зоне сформировали протяжен-

ные (n-10 км) и мощностью до 0,45 км толщи железистых кварцитов в ассоциации с терригенными песчано-глинистыми осадками флишевого типа. Это привело к формированию крупнейшего на Фенноскандинавском щите Костомукшского железорудного месторождения с запасами многие миллиарды тонн. Рейтинг запасов железных руд месторождения относительно подтвержденных (разведанных) запасов железных руд месторождений мира составляет 1,04%, что позволяет отнести это месторождение в разряд весьма крупных [5].

В Костомукшском рудном районе рудопроявление золота встречаются в пределах всего Костомукшского рудного поля и относятся к одному из перспективных типов золоторудных месторождений – золото-сульфидно-кварцевому типу зеленокаменных поясов, связанных с железисто-кремнистыми формациями [9].

В безрудных и малорудных железистых кварцитах, углеродсодержащих сланцах, а также поздних пластово-весекущих телах коматиитов Костомукшского рудного поля и месторождения присутствует рассеянная вкрапленность и линзовидные обособления пирротина и пирита. Начальный этап концентрации золота в железистых кварцитах и вмещающих толщах связан с региональным метаморфизмом. В результате сформировалось первично-норассеянное тонкораспыленное низкопробное, зачастую медистое, отвечающее составу аурикуприда. Золотосодержание сингенетических и ранних эпигенетических сульфидов крайне низка и составляет 0,005-0,01 г/т.

Геолого-структурные и вещественно-морфологические особенности золоторудных проявлений Костомукшского рудного района позволяют трактовать гидротермальный генезис Au руд, образовавшихся при регенерации и переотложении рудного вещества вмещающих комплексов, несущих сингенетическое и ранее эпигенетическое оруденение. Формирование Au руд происходило в два этапа и в значительной степени было оторвано от первичного отложения железорудных толщ гимольской серии и позднелопийских интрузивных комплексов коматиитового и риодацитового составов.

Первый этап формирования Au проявлений ассоциируется с гранитоидами с возрастом 2,72 млрд. лет и контролируется дугowymi тектоническими структурами глубинного заложения зоны Маанселька. Для этого этапа характерны золото-кварцевый и золото-пирит-кварцевый типы оруденения.

Второй, наиболее продуктивный, этап формирования руд связан с селецкими микроклиновыми гранитами и рапакивигоподобными гранитами с возрастом 2,45 млрд. лет и контролируется региональными секущими тектоническими зонами СЗ 310° простирания. Такие трансструктурные протерозойские разрывные дислокации являются ведущим фактором размещения центров магматических проявлений (малые интрузии) и обуславливают высокую активность метасоматических процессов [8]. Для этого этапа характерен золото-арсенопирит-кварцевый тип оруденения.

Прогнозные ресурсы Au рудопроявления Луупеансуо, открытого в 2005 г., по категории P₁ составляет 70 т, что соответствует крупному по запасам Au рудопроявлению. Размер зерен самородного золота от 2 до 250 мкм (средний 42 мкм). Золото высокопробное (786-950), легкообогащаемое, что предполагает оптимистические оценки для использования традиционных как гравитационных, так и флотационных технологий переработки руд.

Для докембрия Фенноскандинавского щита в последнее время приобрел реальное значение выявленный кимберлитовый и лампроитовый магматизм. Находки алмазов, минералов-спутников, поля трубок кимберлитов и многочисленные дайки лампроитов известны во многих частях щита.

Анализ распределения кимберлитовых и лампроитовых полей Фенно-Карельского кратона, как и всего Фенноскандинавского щита позволяет считать, что необходимым условием его проявления является предшествующий активный разновозрастный базальтовый и коматиитовый вулканоплутонизм, эволюция которого отражает последовательное углубление источников расплава. Наиболее перспективными для поисков алмазов являются краевые наддиапировые зоны, испытавшие многократную тектоническую переработку, для которых кимберлитовый и лампроитовый магматизм является завершающим. Неравномерное распределение даек лампроитов и диатермальных трубок кимберлитов в Костомукшском рудном районе объясняет их приуроченность к узлам пересечения сопоставимых по рангу дугowych и линейных тектонических структур глубинного заложения. В таких местах возникают наиболее благоприятные условия для формирования высокопробных участков, способных спровоцировать внедрение в земную кору мантийных веществ. Пространственное сочетание раннеархейского Вокнаволоцкого блока и рифейского ультраосновного – щелочного магматизма зоны Маанселька имеет черты сходства со взаимоотношением архейских ядер и подвижных зон Западной Австралии, Южной и Западной Африки, которые контролируют структурное положение лампроитовых и кимберлитовых интрузий.

В лампроитах и кимберлитах Костомукшского рудного района обнаружены кристаллы алмазов размером 0,2-1,3 мм. Кристаллы тетраэдрической и октаэдрической формы, в основном бесцветные. Возраст лампроитов и диатерм кимберлитов – оранжита рифейский – 1,230 млрд. лет.

Таким образом, наличие комплекса крупнейшего на Фенноскандинавском щите Костомукшского железорудного месторождения, золотого и алмазоносного рудопроявлений на данном участке земной коры свидетельствует о длительности, многоэтапности и закономерном сочетании процессов рудообразования, способствовавших созданию условий для формирования крупных рудных концентраций, определяемые глубинными структурами земной коры и верхней мантии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления. Ред. Н.В. Шаров. Петрозаводск. 2004. 353 с.
2. Горьковец В.Я. Модель железнакопления в раннем докембрии восточной части Балтийского щита // Материалы научной конференции, посвященной 30-летию Института геологии КарНЦ РАН. «Проблемы геологии докембрия Карелии». Петрозаводск. 1993. С. 11-28.
3. Gorkovets V.Y. Geodynamic aspects of the formation of the Earth crust in the Late Archean of the Fennoscandian shield // International symposium «Mantle plums and metallogeny». Petrozavodsk-Moskva. 2002. P. 362-365.
4. Горьковец В.Я., Раевская М.Б. Первая находка архейской коры химического выветривания в Карелии // ДАН СССР. Т. 272. № 6. С. 1425-1428.
5. Горьковец В.Я., Раевская М.Б. Геология и рудоносность геологических формаций Костомукшского рудного района // Крупные и суперкрупные месторождения, закономерности размещения и условия образования. ОНЗ РАН, Москва. 2004. С. 95-109.
6. Металлогения Карелии. Петрозаводск. 1999. с. 340.
7. Рыбаков С.И. Колчеданные рудообразования в раннем докембрии Балтийского щита. Л. 1987. 266 с.
8. Светов А.П., Свириденко Л.П. Центры эндогенной магматической активности и рудообразования Фенноскандинавского щита. Петрозаводск. 2005. 357 с.
9. Софронов Ю.Г., Попов В.В., Волков А.В., Суренков С.В., Чучаев А.Г., Злобина Т.М., Чижова И.А. Геодинамические факторы образования крупных и суперкрупных и суперкрупных докембрийских золоторудных размещения и условия образования. ОНЗ РАН. М. С. 15-46.
10. Luukkonen E.J. Late Archatean and early Proterozoic structural evolution in the Kuhmo-Suomussalmi terrrain, Eastern Finland. Turku. 1992. 113 p.

**ЗЕМНАЯ КОРА ЗОН ПЕРЕХОДА КОНТИНЕНТ-ОКЕАН ЗАПАДНОТИХООКЕАНСКОГО ТИПА:
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ****Гранник В.М.**

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, grannik@imgg.ru

Главными структурными единицами литосферы Земли считаются континенты и океаны, характеризующиеся различным составом и мощностью земной коры (континентальной и океанской). Между отмеченными структурными элементами располагаются зоны перехода континент-океан (континентальные пассивные, активные и трансформные окраины), обладающие более разнообразным составом, строением и мощностью земной коры, которые обычно включают в состав континентов. Эти зоны характеризуются проявлением активных специфических геологических процессов, в ходе которых океанская кора и земная кора с промежуточными свойствами превращаются в континентальную земную кору складчатых поясов, наращивающих континенты.

Зоны перехода западнотихоокеанского типа в современной структуре Тихоокеанского сегмента Земли соответствуют северо-западной фронтальной части Тихоокеанского подвижного пояса, включающей окраинные моря с тыловыми впадинами, островные вулканические дуги, глубоководные желоба и океанские валы. Исследования горно-складчатых сооружений тыловой части пояса, причлененных с востока к Сибирскому (Северо-Азиатскому), Северо-Китайскому и Южно-Китайскому кратонам Евразийского континента, показали, что их земная кора также сформировалась в результате развития аналогичных разновозрастных переходных зон в течение позднерифейского-кайнозойского времени [1, 2].

Строение земной коры – геологические данные. Особенности геологического строения земной коры переходных зон рассматриваются на примере наиболее детально изученного Дальневосточного сектора Тихоокеанского подвижного пояса (ДВ ТПП). В состав сектора включены массивы кристаллических пород (Гонжинский, Мамынский, Туранский, Малохинганский, Цзямусы, Ханкайский, Наним, Кенги, Сабэксан), структурные элементы восточной части Монголо-Охотского пояса, Сихотэ-Алиня, Корейского полуострова, Японских и Курильских островов, Сахалина, Южной Камчатки, дна акваторий Японского и Охотского морей. К ДВ сектору ТПП со стороны Тихого океана прилегает наиболее древняя (мезозойская) Северо-Западная область (абиссальная котловина) Тихоокеанской плиты, характеризующаяся развитием интенсивных внутренних деформаций океанской коры (древних океанских поднятий, краевых валов, трансформных разломов, трогов) и зон внутриплитного вулканизма (линейные зоны, локальные поля) [1, 2 и др.].

Аккреционно-коллизийные складчатые системы, области и тектонические пояса ДВ сектора ТПП сложены осадочными, вулканогенно-осадочными, магматическими (включая широко распространенные известково-щелочные, субщелочные и щелочные гранитоиды), метаморфическими, рудоносными, угленосными и нефтегазоносными комплексами [2 и др.]; имеют складчатое, складчато-блоковое, чешуйчато-надвиговое и покровно-складча-