

магматические по происхождению и различные по возрасту: от самых молодых (1964 ± 10 млн. лет) до наиболее древних с максимальным возрастом 3554 ± 15 млн. лет. Преобладание в цирконах молодых ядер свидетельствует о преимущественном разрушении пород свекофеннского возраста, но в небольших количествах в бассейн осадконакопления поступал и материал древней архейской коры. Исходя из возраста самых молодых ядер, началу осадконакопления отвечает рубеж 1964 ± 10 млн. лет.

Интерпретация графиков распределения РЗЭ в цирконах изученных комплексов, произведенная по методике [1, 4] выявила следующие закономерности. Для магматических цирконов характерны высокие отношения Th/U, редкоземельные спектры с положительной Ce и отрицательной Eu аномалиями и обогащение HREE. В метаморфических цирконах снижаются Th/U отношения, они обедняются всеми РЗЭ при повышении Lun/Smn отношений (главным образом за счет обеднения Sm). В случае аллохимического процесса цирконы заметно обогащаются Th, U (без изменения Th/U отношения) и LREE с небольшим выполаживанием Ce и Eu аномалий и уменьшением отношений Lun/Smn .

Изучение геохимии редких и редкоземельных элементов в сочетании с традиционными методами позволило более аргументировано подойти к интерпретации происхождения цирконов и вмещающих их пород.

Грант НШ-4732.2006.5. Грант Президента РФ МД-551.2007.5.

Литература

1. Rubatto D. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U–Pb ages and metamorphism // *Chemical Geology*. 2002. V. 184. P. 123–138.
2. Милькевич Р.И., Мыскова Т.А., Глебовицкий В.А., Львов А.Б., Бережная Н.Г. Каликорвинская структура и ее положение в системе Северо-Карельских зеленокаменных поясов: геохимические и геохронологические данные // *Геохимия*. 2007. № 5. С. 1–24.
3. Мыскова Т.А., Милькевич Р.И., Богомолов Е.С., Гусева В.Ф. Новые данные о составе и возрасте протолита глиноземистых гнейсов кольской и тундровой серий Центрально-Кольского блока Балтийского щита // *Геология и геодинамика архея. Материалы I Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики декабря*. СПб. 2005. С. 272.
4. Hoskin P.W.O. Trace-element composition of hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia // *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 69, No. 3, pp. 637–648, 2005.
5. Мыскова Т.А., Бережная Н.Г., Глебовицкий В.А., Милькевич Р.И., Лепехина Е.Н., Матуков Д.И., Антонов А.В., Сергеев С.А., Шулешко И.К. // Находки древнейших цирконов с возрастом 3600 млн. лет в гнейсах кольской серии, Центрально-Кольского блока Балтийского щита (U–Pb, SHRIMP-II) // *ДАН*. 2005. Т. 402. № 1. С. 1–5.

Денудационно-седиментогенные системы как предпосылка прогнозно-металлогенической оценки Северо-запада России и поисков месторождений новых генетических типов и минеральных видов полезных ископаемых

Негруца В. З.

Геологический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: negrutsa@geoksc.apatity.ru

В большом кругу вопросов повышения достоверности прогнозирования и результативности поисков крупных и уникальных месторождений новых генетических типов и видов минерального сырья одно из ключевых мест принадлежит проблеме поэтапных палеореконструкций обстановок образования и преобразования потенциально рудоносной внешней слоистой осадочно-вулканогенной оболочки (стратисферы) Земли. На основе систематизации и сравнительного анализа результатов, повременных фациально-палеогеографических, палеовулканологических и палеогеодинамических реконструкций все многообразие потенциально рудогенных систем стратисферы Северо-запада России подразделено по характеру мантийно-экзосферных связей на три геодинамически принципиально-отличных друг от друга класса денудационно-седиментационных систем (ДСС): *континентальный, переходный и океанический*. Критериями их обособления служат структурно-вещественные особенности осадочно-вулканогенных наслоений, устанавливаемые по соотношению между собой экзогенных и эндогенных пород и совокупности их генетических признаков в сравнении с фанерозойскими эталонами [1-5].

1. *Континентальные (кратогенные)* ДСС характеризуют условия развития осадочных бассейнов на коре континентального типа. Их определяющей литогенетической характеристикой является отсутствие признаков воздействия магматических расплавов и (или) связанных с ними флюидов на процессы седиментогенеза и гипергенеза. Фациально-палеогеографические обстановки накопления таких осадков и их рудно-металлогенический потенциал отличаются климатическими и тектоническими условиями образования осадочных наслоений, реконструируемые по структурно-вещественным и морфотектоническим характеристикам осадочных бассейнов и областей денудации, определяющих способы и энергию агентов транспортировки терригенного вещества, физико-химические особенности гипергенеза и осадконакопления, динамику и биохимические ресурсы гидросферы. Сочетание таких признаков определяет минерагенетические перспективы осадочных бассейнов, а также оценку их рудогенных систем как источника полезного компонента для гидрогенно-метасоматического перераспределения и рудной концентрации полезных компонентов в процессе эпигенетических и структурно-метаморфических преобразований осадков. Очевидно, что подобные системы представляют интерес для поисков месторождений погребенных кор выветривания, россыпей и их отдаленных хемогенных дериватов, а так же биолитогенного происхождения. Особый интерес в этом плане представляют литогенетические ассоциации жаркого и влажного климата, а также формации аридного климата перспективные (в зависимости от рудно-минерагенической специализации питающих провинций и фациальных условий осадконакопления) на титан-цирконовые россыпи, алмазы, золото, платиноиды, и др. и как благоприятные источники гидротермально-метасоматического рудообразования.

В пределах северо-запада России оптимально-благоприятные условия для континентального рудообразования установились в связи с коренной перестройкой типов литогенеза на рубеже архея и протерозоя 2700–2500 млн. лет назад, и затем многократно проявлялись в трансгрессивные этапы сумийского, сариолийского, сегозерского, онежского, ладожского и вепсийского циклов карельского (раннепротерозойского) тектогенеза, в этапы интенсивного химического выветривания на протяжении рифейского (позднепротерозойского) геодинамического мегацикла, а также в начальные стадии каледонского, герцинского, кеммерийского и альпийского тектоно-магматических циклов фанерозоя.

2. *Переходные (окраинно-континентальные или островодужные)* ДСС знаменуют преобразующее действие мантии на земную кору. Следствием воздействия мантийного вещества на сиалическую кору является образование и проникновение в области седиментогенеза и денудации магматических расплавов и флюидов смешанного мантийно-корового происхождения. Это происходит в геодинамическом режиме перехода от кратогенных к талассогенным системам в собственном зонах взаимодействия континентальных и океанических плит, а также внутриконтинентального рифтогенеза. Рудно-металлогеническая специализация таких структур представляет следствие взаимодействия флюидных потенциалов и физико-химических характеристик континентальной коры и мантийных расплавов. Такие условия достаточно широко проявлены и определенно диагностируются в связи с образованиями лопийского (позднеархейского) геодинамического мегацикла, а также регрессивных мегаволн каждого из шести тектоно-магматических циклов карельского мегацикла, хогландского и йотнийского циклов рифейского мегацикла.

Достоверность прогнозной оценки ДСС переходного типа определяется уровнем знания, во-первых, структурно-вещественного состава континентальной коры, во-вторых физико-химических особенностей ее флюидного потенциала и флюидов воздействующего на неё мантийных расплавов, в-третьих, термобарических условий на разных стадиях эпигенетических и метаморфических преобразований рудолокализирующей среды. Все это определяется глубиной и детальностью литолого-фациальной, вулканно-плутонической, и структурно-метаморфо-метасоматической изученности пород, и соответственно, обоснованностью, вытекающего такого изучения палеогеодинамических реконструкций. Виды минерального сырья, прогнозируемые морфогенетические типы месторождений и геолого-экономические параметры потенциальных рудных залежей определяются путем сравнительного анализа сходства и отличия предполагаемой рудолокализирующей среды с модельными эталонами месторождений рифтогенных и орогенных систем фанерозоя.

3. *Океанические (талассогенные)* ДСС реализуются в условиях осадконакопления и вулканизма, полностью контролируемых динамикой и типом воздействующих на гидросферу мантийных расплавов. Индикаторами таких условий являются ультрабазит-базальтоидный тип коры, на кото-

рой развивается осадочный бассейн, состав и геохимические характеристики магматических расплавов конседиментационных вулканоплутонических систем и литогенетическая специфика ассоциированных с ними осадочных отложений, определяемая путем сравнения с генотипами мезозой-каинозойских талассогенных структур. Такого типа системы свойственны зеленокаменным прогибам лопийского мегацикла развития Балтийского щита и погребенного фундамента Восточно-Европейской платформы, а также лудиковийскому этапу максимальной трансгрессии карельском мегацикла - времени раскрытия Свекофенского палеоокеанического бассейна.

4. Ключевое историко-геологическое, методологическое и общетеоретическое значение при прогнозировании и поисках месторождений новых генетических типов и видов полезных ископаемых, не вскрытых эрозией и недоступных для непосредственного изучения с дневной поверхности, имеет знание пространственно-временных закономерностей смены во времени и пространстве ДСС. Определены шесть, принципиально отличные по металлогеническому потенциалу, последовательно сменяющие друг друга во времени структурно-вещественные осадочно-вулканогенные оболочки (стратисферы), разделенные коренными структурно-метаморфическими, фациально-палеогеографическими и геодинамическими перестройками СЗ России: нижнеархейская (саамская), верхнеархейская (лопийская), нижнепротерозойская (карельская), верхнепротерозойская (рифейская), палеозой-каинозойская и четвертичная. В современном тектоническом срезе земной коры они фиксируются эрозионными останцами экзогенно-эндогенных наслоений и связанных с ними интрузий пяти последовательно сменявших друг друга во времени деструктивно-конструктивных мегациклов эволюционно наращивавшие общей континентализации всех внешних и внутренних геосфер. Осадочно-вулканогенные наслоения, и связанные с ними интрузии трех первых дорифейских (саамского, лопийского и карельского) мегациклов, преобразованы в термобарических условиях катазоны и мезазоны. Отложения двух последних (рифейского и фанерозойского) мегациклов изменены в условиях эпизоны.

5. Реконструкция исходной природы отдельно взятых, типовых реликтовых образований каждого из пяти мегациклов неизбежно устанавливает проявление всей совокупности процессов экзогенного и эндогенного образования и преобразования стратисферы, начиная с первого появления достоверных признаков существования сиалической коры, т. е. с самого начала функционирования денудационно-седиментационных систем. Установлено направленное относительное увеличение во времени экзогенных при уменьшении значения эндогенных пород, возрастание разнообразия и осадочной зрелости первых и падение относительного влияния вторых на седиментогенез, интенсивное, начиная с середины раннего протерозоя, накопление карбонатно-эвапоритовых и биогенных (оолит-строматолитовых) отложений, широкое проявление с конца архея калишпатизации, смена в середине протерозоя преимущественно вулканогенной подачи мафитов к поверхности Земли на плутогенную природу их проникновения в коровые образования доступные сейчас для наблюдения с поверхности [1, 5]. Ключевое значение для экзогенного рудообразования имеет смена на рубеже сариолия и ятулия (2350-2300 млн. лет назад) закисных окисными условиями гипергинеиза, т. е. коренная перестройка геохимического режима рудогенеза. Принципиально важно то, что осадочно-вулканогенные наслоения и сопровождающие их плутогенные, метасоматические, гидротермальные и гипогенно-гипергенные породы и руды каждого из трех ранних (раннедокембрийских) мегациклов проходили перед началом следующего мегацикла мегациклов термобарическое преобразование в условиях глубинных зон Земли и уже в эндогеннопереработанном виде выводились в сферу денудации. Следовательно, необходимо констатировать трехкратное погружение в эндосферу и вывод в экзосферу предрифейской внешней вулканогенно-осадочной Земли и двухкратное их погружение с последующим подъемом к дневной поверхности и гипергенное преобразование в рифейский и фанерозойский мегациклы. Механизм такого экзогенно-эндогенно-экзогенного круговорота внешней рудоконтролирующей оболочки земной коры описывает направленно-поступательное преобразование ДСС обстановок сочленения континента с океаном и окраинно-континентального литогенеза в область завершенной кратонизации и континентального литогенеза. В сводном виде процессы и события, овеященные в непрерывно-прерывистой последовательности четырех докембрийских (саамской, лопийской, карельской, рифейской) и одной фанерозойской стратисфер описывающие общий геодинамический тренд и, соответственно, направленность металлогенической эволюции земной коры СЗ России, демонстрируют пульсационно-направленное нарастание континентализации обстановок образования и преобразования пород и руд.

Состав валунов и галек конгломератов лопия свидетельствуют о афиболит-диорит-плагиогранитоидном составе саамской стратисферы и, следовательно, о существовании к началу лопийского времени примитивной сиалической коры тоналит-трондjemит-гранодиоритовой коры не имеющая аналоги среди более молодых образований. Единственный известный пример практически непосредственной границы лопия и саамия демонстрирует постепенный переход от саамия к лопию фткструируемый регрессивно-трансгрессивной ритмично-слоистой последовательностью осадочных отложений дистальных и проксимальных фаций обломочных потоков из чего следует предположение о переходном, окраино-континентальном типе лопийского литогенеза. Согласно палеогеодинамическим реконструкциям и результатам изотопной геохимии в интерпретации разных авторов слоистая структура лопийской стратисферы демонстрирует наложение отложений окраино-континентального и океанического типа. С учетом состава валунно-галечного материала лопийских конгломератов, свидетельствующего о денудации ультраметагено-магматогенных пород коры континентального типа, это указывает на то, что лопийский литогенез протекал в специфической среде вулканогенно-осадочного бассейна на океанической коре с реликтами сегментов коры примитивного континентальной коры. Сущность внешних геосфер и их металлогенической специализации определялась в этих условиях потоками вещества и тепловой энергии поставляемой мантией, что является благоприятной средой гидротермально-метасоматического рудообразования по модели срединоокеанических хребтов и подводных вулканов.

На переходе от архея (лопийского мегацикла) к протерозою (карельскому мегациклу) в интервале времени, предположительно, 2850–2500 млн. лет процессы осадконакопления и подкорового (базальтоидного) магматизма сменились процессами пульсационно нарастающего дифференцированного развития Северо-запада России. Около 1650 млн. лет назад, в завершающие стадии карельского мегацикла и начальные стадии рифейского мегацикла сбалансированное взаимодействие эндогенных и экзогенных геосфер и пульсационно направленного роста мощности и общей кратонизации земной коры сменилось режимом области тектоно-магматической активизации, пульсационно направленное воздымание и пенипленизации. Пульсационный характер проявления во времени и пространстве процессов денудации, осадконакопления, магматизма, структурно-тектонических дислокаций, метаморизма, гидротермально-метасоматического изменения пород, соответствующие им ДСС обусловил предпосылки образования полигенных и полихронных, в том числе крупных и уникальных месторождений новых генетических видов и минеральных типов которых не доступных для непосредственного изучения с поверхности. Разработка технологии прогнозирования, выбор тактики поисков и геолого-экономической оценки таких месторождений составляет многоаспектную задачу, решение которой возможно только на стыке всех геологических дисциплин. Определяющим является поэтапная реконструкция фациально-палеогеографической, палеовулканической, тектоно-магматической, структурно-петрологической, изотопно-геохронологической и составление на основе всех этих данных геодинамических моделей потенциально рудоносных стратиграфических оболочек земной коры в её пространственно-временной непрерывности и эволюционной завершенности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 05-05-64489.

Литература

1. Негруца В. З. Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1984. 270 с.
2. Негруца В. З., Негруца Т. Ф. Историко-геологический метод изучения докембрия. Л.: Недра, 1988. 198 с.
3. Негруца В. З. Металлогеническая модель Кольской геоэкоисистемы. Апатиты: Изд-во Кольск. Науч. Центра РАН, 1992. 117 с.
4. Негруца В. З., Негруца Т. Ф. Седиментогенез как отражение динамики воздействия мантии на экосферы Земли. // Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия. Материалы 3-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 18-20 марта 2003 г.). М.: Изд.-во Моск. ун-та, 2003. С. 24–26.
5. Негруца В. З., Негруца Т. Ф. Обстановки седиментогенеза и стратотипы дорифея. – СПб., 2006. 96 с.