

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верховин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 1. Беркульское месторождение (Кузнецкий Алатау) // Известия Томского политехнического университета. — 2008. — Т. 313. — № 1. — С. 11–26.
2. Буряк В.А., Гончаров В.И., Горячев Н.А. и др. О соотношении кварцево-жильной золотой и вкрапленной золото-сульфидной минерализаций с платиноидами в черносланцевых толщах // Доклады РАН. — 2005. — Т. 400. — № 1. — С. 56–59.
3. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. — Новосибирск: Изд-во НИЦ ОИГТМ СО РАН, 1999. — 237 с.
4. Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., Спиридонов А.И. и др. Геодинамические условия формирования золоторудных месторождений Бодайбинского неопротерозойского прогиба // Доклады РАН. — 2006. — Т. 407. — № 6. — С. 793–797.
5. Лавров Н.П., Чернышов И.В., Чугаев А.В. и др. Этапы формирования крупномасштабной благороднометалльной минерализации месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь): результаты изотопно-геохронологического изучения // Доклады РАН. — 2007. — Т. 415. — № 2. — С. 236–241.
6. Сафонов Ю.Г., Горбунов Г.И., Пэк А.А. и др. Состояние и перспективы развития учения о структурах рудных полей и месторождений // Геология рудных месторождений. — 2007. — Т. 49. — № 5. — С. 386–420.
7. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верховин А.В. Петролого-геохимические черты рудовмещающего метасоматического ореола золоторудного месторождения Чертово Кoryто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. — 2008. — Т. 312. — № 1. — С. 11–20.
8. Кучеренко И.В. О фосфор-магний-титановой специализации золотоносных березитов // Доклады АН СССР. — 1987. — Т. 293. — № 2. — С. 443–447.
9. Кучеренко И.В. Теоретические и прикладные аспекты изучения геохимии титана, фосфора, магния в мезотермальных золотых месторождениях. Ч. 2 // Известия Томского политехнического университета. — 2004. — Т. 307. — № 3. — С. 35–42.
10. Кучеренко И.В., Рубанов В.А. Тектоника золоторудных месторождений, локализованных в активизированных структурах допалеозойской складчатости (на примере одного из регионов) // Вопросы структурной геологии / Под ред. А.И. Родыгина. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. — С. 16–27.
11. Riedel W. Das Aufquellen geologischer Schnellmassen als plastischer Formänderungsvorgang // Neues Jb. für Miner., Geol. u. Paleont. — 1929. — Bd. 62. — Abt. B. — S. 151–170.
12. Riedel W. Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen // Zentralbl. für Mineralogie. Abt. Geol. und Paleont. — Berlin, 1929. — S. 354–368.
13. Невский В.А. Трещинная тектоника рудных полей и месторождений. — М.: Недра, 1979. — 224 с.
14. Кучеренко И.В. Об осадочном происхождении медных руд Удокана // Новый век — новые открытия: Матер. Междунар. научно-техн. конф., посвященной 40-летию ЗабНИИ. — Чита, 2001. — С. 97–101.

Поступила 01.10.2008 г.

УДК 551.2

СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕДЕНОСНОЙ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В.С. Салихов

Читинский государственный университет

E-mail: ivanealena@yandex.ru

С позиций нелинейной термодинамики сделана попытка создать модель меденосной рудно-магматической системы. Модель позволяет оценить и пересмотреть перспективы известных медно-рудных регионов с позиций поиска недостающих членов саморазвивающихся рифтогенов.

Ключевые слова:

Синергетика, рудно-магматическая система, рифтогенные зоны, нелинейная термодинамика.

В последнее время для решения широкого круга геологических и, в том числе металлогенических (минерагенических) задач активно привлекаются положения синергетики — нового научного направления в естествознании (особая роль здесь принадлежит брюссельской школе физиков под руководством И.Р. Пригожина), позволяющего использовать аппарат нелинейной термодинамики для расшифровки сложных природных процессов и систем. Последние в большинстве случаев являются неравновесными, динамичными, необратимыми и открытыми, протекающими при активной связи с

внешней средой и высоким энергопотоке. Такие системы сопровождаются образованием упорядоченных пространственно-временных и временных структур, возникающих в результате кооперативного (согласованного) поведения составных частей природных систем.

Существующие металлогенические концепции далеко не всегда в состоянии объяснить все многообразие и сложность развития рудообразующих процессов в тектоносфере, где тесно сочетаются разного рода эволюции, непрерывно-прерывистый характер ее развития в сложном взаимодействии

последовательного, параллельного и наложенного процессов, нередко проявляющихся на ограниченных площадях.

Уже имеются многочисленные примеры объяснения сложных процессов рудообразования с позиции неравновесной термодинамики [1, 2 и др.], учитывающей нелинейность и динамику течения физических свойств горных пород в литосфере, хаотичность развития геосфер (в том числе и детерминированную), относительную упорядоченность конкретных участков земной коры, что в конечном итоге определяет принципиально новые возможности в методологии и технологии прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых.

В настоящем сообщении с позиций синергетики рассматривается эндогенная рудно-магматическая система, которая в различных геолого-структурных условиях тектоносферы генерирует многообразное медное и сопутствующее оруденение в пределах разномасштабных блоках земной коры — рифтогенах.

Под рифтогеном здесь понимается неравновесная эндогенно-активная обособленная структура (узел линейной зоны), проявляющаяся в земной коре и вмещающая природные сообщества магматических, вулканических, осадочных, метасоматических и рудоносных пород, представляющих собой многоэтапный рудопетрогенетический самоорганизующийся процесс, эволюционирующий от мантийно-корового расслоения и ликвации до эксгалиационно-осадочной дифференциации вещества и вмещающий весь комплекс геолого-промышленных типов известного медного оруденения. В рифтогене согласованно единство внутренней структуры и внешней среды, под воздействием которой они (рифтогены) формируются. Рифтоген — целостная структура, разноранговая и в ней взаимосвязаны хаос и порядок, случайность и необходимость. Специфика рифтогенов определяется особенностями геодинамического режима глубинных зон тектоносферы и зависит от положения последних в региональных структурах земной коры.

Области зарождения рифтогенов определяются разноразноуровневыми, физико-геологическими неоднородностями, спонтанно возникающими в изначально однородных средах. Движущей силой эволюционного развития рифтогена является *неравновесность* (противоречие), которая побуждает его к внутреннему саморазвитию и, как следствие, к формированию новых типов (в бифуркационных точках) оруденения от мантийного к мантийно-коровому (резонансные зоны мантии) и далее к экзогенному (латераль-секреционному и вулканогенно-осадочному) в близповерхностных условиях. В результате такой эволюции (вдали от состояния равновесия) возникают и усложняются пространственные и пространственно-временные структуры как результат взаимодействия поступающих фильтрующихся флюидов со вновь образованными породно-минеральными ассоциациями. Послед-

ние могут резко отличаться от ранее созданных минеральных ассоциаций, но приемственность сохраняется.

В рассматриваемом рифтогене первый по фациям глубинности уровень (абиссальный) занимает *медно-никелевое* оруденение [3], зарождающееся в условиях верхней мантии (мантийная эндогенная рудно-магматическая система — первый уровень самоорганизации), где генерируется ликвационные высокоподвижные сульфидные флюидные расплавы. Последние поступают по ослабленным зонам в верхние структурные этажи с образованием рудных тел в расслоенных интрузиях. Особенности руд — их высокотемпературность и многоактность, имеющая место в восстановительных условиях.

Медно-порфировые месторождения в рифтогене формируют второй уровень меденакпления (гипабиссальный) и второй уровень самоорганизации, а месторождения этого уровня связаны с вулканоплутоническими многофазными и сложно дифференцированными (от габбро до гранитов) порфировидного облика комплексами пород умеренных глубин с прожилково-вкрапленной (штокверковой) минерализацией.

Медно-колчеданные месторождения в рифтогене представляют собой следующий, третий уровень меденакпления (эффузивный, близповерхностный), проявленный в условиях образования контрастной (риолит-базальтовой) или непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой вулканических серий, сопровождаемыми малыми и пестрыми по составу субвулканическими и гипабиссальными интрузиями.

Медно-колчеданные месторождения подчинены геосинклинально-складчатым системам, их ранним этапам и размещаются в определенных зонах первичных (офиолитовых) эвгеосинклиналях (вулканогенные трюги) нередко на океанической коре (островодужный тип), а также во внутриконтинентальных или окраинно-континентальных рифтовых зонах [4], где осадочные образования в целом подчинены вулканогенным.

Особенностью распространения медно-колчеданного оруденения во времени является его сквозной характер; месторождения этого типа известны на всех континентах и отмечаются на всех этапах развития Земли от раннедокембрийских (зеленокаменные толщи) до современных металлоносных осадков рифтовых зон (Атлантик — II, Красное море).

Стратиформное оруденение типа медистых песчаников и сланцев отвечает четвертому (экзогенному) уровню меденакпления и четвертому уровню самоорганизации, связанному с заключительными стадиями развития рифтогена с широким развитием надрифтовых конседиментационных впадин. Оруденение размещается в осадочных терригенных, глинистых в разной степени известкови-

стости породах и подчиняется особенностям стратификации вмещающей среды. Рудное вещество близко синхронно осадконакоплению, либо инжецирует позднее, по мере его созревания в промежуточных флюидных камерах, в зоны разуплотнения слоистых толщ в соответствии с их текстурными особенностями, т. е. месторождения этого типа сформированы при участии высокоэнергетичного фильтрующегося флюида, а рудные тела находятся в едином ансамбле с вмещающей рамой.

Выделенные четыре уровня генерации медного оруденения (иерархические уровни самоорганизации и структурирования) представляют собой различные состояния единой геологической формы движения материи, находящей отражение в саморазвивающейся эндогенной рудно-магматической структуре — рифтогене. Но единство и целостность рифтогена позволяют и не противоречат свободному и самостоятельному развитию в нем каждого промышленно-генетического типа медного оруденения по мере достижения в системе бифуркационных состояний, сопровождаемого переходом оруденения (скачкообразного) в новый тип, т. е. здесь устанавливается филогенетическое и онтогенетическое развитие меднорудного процесса.

Примеры пространственного совмещения и сопряженного развития различных типов медного оруденения в конкретных участках — блоках земной коры многочисленны. Наиболее представительным и полно развитым из них является Уральская геосинклинально-рифтовая система в целом и ее отдельные блоки-участки, где совмещено развивается весь комплекс промышленных медных руд. Здесь медно-никелевое оруденение отмечается в пределах основных и ультраосновных массивов платиноносного пояса западной части Тагильского синклинория (Волковское медно-железо-ванадиевое месторождение), медно-порфировое оруденение более разнообразно и развито в барьерных зонах островодужных геоструктур (Валерьяновский вулканоплутонический пояс), медно-колчеданные же месторождения здесь наиболее широко представлены, а стратиформное медное оруденение более развито в предуральском краевом прогибе. Примечательно, что на Урале набирает обороты меднопорфировое оруденение (Михеевское на Южном Урале, Талицкое — на Среднем), которое может прийти на смену лидирующему пока медно-колчеданному.

Весьма показательно, что в пределах крупного Магнитогорского синклинорного прогиба, где совмещены многие промышленные типы медного оруденения, отмечен уже новый переходный тип оруденения — скарново-медно-порфировый (Тарутинское месторождение, [5]), а в пределах Ауэрбаховской (Средний Урал) комплексной рудно-магматической системы совмещенно развивается медно-железо-скарновое, золото-сульфидное и золото-кварцевое оруденение [6], т. е. изменения начальных параметров в саморазвивающейся системе может привести к появлению иных, непредсказуемых

типов оруденения в бифуркационных (катастрофических) точках.

Таким образом, один промышленно-генетический тип оруденения, появляясь на определенной стадии развития рифтогена, сменяется другим (появляется на месте разрушающегося), в результате чего может возникнуть промежуточный тип оруденения, к каковым можно отнести, например, и Кирганикское золото-медное месторождение Камчатки (южный сектор Корякского Центрально-Камчатского вулканоплутонического пояса), сходное, с одной стороны, с месторождениями медно-порфирового типа, а с другой — с месторождениями железо-медного (с ванадием и титаном) типа в габброидах.

Самоорганизация меденосной рифтогенной системы — это непрерывный процесс эволюции (на удалении от состояния равновесия), который приводит к образованию новых упорядоченных (диссипативных) макроструктур и новых типов оруденения. Начало этому процессу положено формирование расслоенных интрузивных комплексов с ярко выраженными диссипативными структурами.

Другим примером совмещенного развития медного оруденения является рифтогенная структура Кивино на юге Канадского щита, где медно-никелевое оруденение фиксируется в основных массивах Дулута, эффузивный тип в виде самородной меди — в миндалекаменных вулканах, а стратиформный тип — в сланцах Нонсач.

В пределах Удоканской рудоносной структуры совмещенно развивается комплексное медное оруденение в основных массивах (Чинейское месторождение) и оруденение типа медистых песчаников и сланцев (Удоканское месторождение). Прямых признаков наличия в районе медно-колчеданного оруденения, связанного с вулканогенными толщами здесь пока нет, однако расслоенные базитовые массивы с медной и медно-никелевой минерализацией широко представлены в районе, и они многими петрологами принимаются за промежуточные очаги древних вулканических аппаратов-центров вулканических извержений. Более того, в вулканах известного здесь неоген-четвертичного удоканского лавового плато устанавливается медная минерализация, что, *во-первых*, подтверждает длительную эндогенную активность региона, и, *во-вторых*, существование здесь устойчивой, глубоинной аномальной мантии на медь.

В крупнейшем медном поясе Африки (Заир-Замбия) наряду со стратиформным оруденением имеются трубки с порфировым типом месторождений металлогенически загадочной формации (Mo, Cu, Pb, U, Ag), к которым принадлежат месторождения Кипуши и Шинколобве, а также наиболее интересное свинцовое с германием месторождение Цумб. В Чили с крупнейшими медно-порфировыми месторождениями пространственно и генетически связаны месторождения медистых песчаников и сланцев, в образовании которых принимали уча-

стие рудоносные ювенильные воды, изливавшиеся в окраинные бассейны. В известном меднорудном районе Норильска есть также признаки медно-порфирового оруденения [4].

Модель совмещенного развития медного оруденения позволяет по иному оценить и пересмотреть перспективы известных медно-рудных регионов с позиций поиска недостающих членов саморазвивающихся рифтогенов, исходя из нелинейного мышления, не увлекаясь наиболее распространенными типами оруденения в конкретном блоке земной коры, тем самым готовясь к приятным неожиданностям; например в Кодаро-Удоканском регионе

есть перспективы обнаружения медно-никелевого с платиной оруденения Норильского типа. В полном развитом рифтогене, наиболее упорядоченном, возможны все геолого-промышленные типы известного медного и сопутствующего оруденения.

Возможность образования самоорганизующейся и саморазвивающейся неравновесной, открытой рудно-магматической системы, ее движущую силу составляют внутренняя противоречивость, нелинейные законы и неоднородность, определяемые волновым, попеременным по вертикали распределением физических и иных свойств горных пород по разному, реагирующих на импульсы энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяинов П.М., Иванюк Г.Ю. Самоорганизация минеральных систем. – М.: ГЕОС, 2001.
2. Летников Ф.А. Процессы самоорганизации при формировании магматогенных и гидротермальных рудных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1997. – Т. 38. – № 4. – С. 307–322.
3. Салихов В.С. Единство и многообразие промышленных типов медного оруденения // Геология и геофизика. – 1991. – № 10. – С. 71–75.
4. Дюжиков О.А., Дистлер В.В., Струнин Б.М. и др. Геология и рудоносность Норильского района. – М.: Наука, 1988. – 279 с.
5. Грабежев А.И., Карпенко А.М., Савельев В.П. и др. Тарутинское скварно-медно-порфировое месторождение // Доклады АН СССР. – 1990. – Т. 311. – № 2. – С. 451–454.
6. Минина О.В. Ауэрбаховская комплексная рудно-магматическая система на Среднем Урале // Отечественная геология. – 1994. – № 7. – С. 17–22.

Поступила 10.09.2008 г.

УДК 553.469(571.51)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ГЕРМАНИЯ В НИЖНЕМЕЛОВЫХ ЛИГНИТАХ КАССКОЙ ПЛОЩАДИ

А.Ю. Озерский, А.Г. Еханин*

ОАО «Красноярская горно-геологическая компания»

*Управление по недропользованию по Красноярскому краю

E-mail: ozerski@krasgeo.ru

Рассматриваются новые данные по германиеносным лигнитам юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты. Буровыми работами в бассейне нижнего течения реки Кас в меловых отложениях выявлен перспективный участок с прогнозными ресурсами германия, составляющими 11 тыс. т. Содержания германия в руде составляют 100...280 г/т сухого лигнита или 560...3600 г/т золы. Показана необходимость проведения дальнейших целенаправленных геологоразведочных работ на германий.

Ключевые слова:

Германиевые руды, лигниты, концентрация, прогнозные ресурсы, удельная теплота сгорания, геохимия.

Находки германиеносных лигнитов на юго-восточной окраине Западно-Сибирской плиты известны с середины прошлого столетия. В 1960-х гг. Ю.И. Горький, Е.С. Мейтов и др. подтвердили данные о наличии германиеносных лигнитов в бассейнах рек Кас и Сым. По данным этих исследователей содержания германия в лигнитах составили на Нижне-Касском участке 4...543 г/т лигнита при зольности 1,7...84,8 %. В 1969 г., вследствие обнаружения германиеносных углей на Дальнем Востоке, приказом Министерства геологии СССР поисковые работы на германий в других регионах страны были прекращены. В Красноярском крае к этой проблеме вернулись в свя-

зи с реализацией Федеральной программы освоения Нижнего Приангарья [1]. В 2000 г. органы управления недрами Красноярского края поручили ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» (ОАО «Красноярскгеология») выполнить поисковые работы на германий в бассейне рек Кас и Сым.

В административном отношении изученная площадь расположена на территории Енисейского района Красноярского края и включает в себя бассейны рек Кас и Сым, левых притоков р. Енисей (рисунк). Изученный участок недр приурочен к таежной и заболоченной Приенисейской части Западно-Сибирской равнины.