

МЕТАЛЛОГЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИСАЯНЬЯ: ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Абрамович¹ Г.Я., Кузьмин² М.И.

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: agu@geo.isu.ru*

²*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, e-mail: mikuzmin@igc.ir.ru*

В работе принята за основу схема стратиграфии и магматизма для государственных геологических карт масштаба 1:1000000 [Беззубцев и др., 2008; Галимова и др., 2009, 2011]. Представления об истории геологического развития и металлогении региона сложились у авторов в процессе проведения геологического картирования и обобщения совокупности производственных и опубликованных работ [Абрамович и др., 1989; Абрамович, Кузьмин, 1998]. Рассматриваемая территория входит в состав краевого выступа фундамента Сибирской платформы (кратона). Охватывает два крупных архейско-палеопротерозойских составных террейна – Бирюсиний на северо-западе, Булунский на юго-востоке и заключенные между ними палео- мезо- и неопротерозойские образования, выделяемые традиционно в качестве структур под названием Урикско-Ийский грабен и Ийско-Туманшетский прогиб. Территория уникальна по концентрации крупных месторождений редких металлов разнообразного генезиса. Существенное значение имеют также месторождения редких земель, железо-титановых, медно-никелевых руд, золота, свинца, цинка и ряда других полезных ископаемых.

Начиная с публикаций Л.П. Зоненшайна с соавторами [1976, 1990], геологическое развитие и металлогения территории рассматривались с позиции тектоники литосферных плит. В последние годы существенное внимание уделяется и внутриплитным процессам, связанным с мантийными плюмами. Отмечается тесная связь между глубинной геодинамикой, которой отвечают мантийные плюмы, и тектоникой плит: образование суперплюмов и суперконтинентов с последующим их распадом и новой сегрегацией в единых суперконтинентальных циклах. Этот процесс соответствует внутримантийной конвекции: «холодное» субдуцированное вещество в виде нисходящих потоков погружается вглубь мантии, восходящий подъем горячей мантии происходит в виде мантийных плюмов [Кузьмин и др., 2011].

Становится очевидным, что формирование структуры фундамента Сибирской платформы произошло в результате последовательного формирования, затем распада под влиянием суперплюмов и нового становления в результате субдукции и аккреции четырех суперконтинентов: Кенорленд (2.7-2.1 млрд лет), Колумбия (1.9-1.3 млрд лет), Родиния (1.0-0.7 млрд лет) и Пангея (0.36-0.18 млрд лет). К сожалению, структуры ранних суперконтинентов и разбивших их суперплюмов плохо сохранились в пределах древних кратонов и террейнов. Главную информацию о прошедших геологических событиях несут данные абсолютного возраста, которых в настоящее время явно недостаточно.

К суперконтиненту Кенорленд, вероятно, первоначально принадлежали все крупные раннедокембрийские террейны Присяянья: на северо-западе – Бирюсиний, на юго-востоке – Булунский, Китайский, Иркутский и Охотский. Повсеместно в них доминируют структурно-вещественные комплексы пород с возрастом 2.8-2.5 млрд лет, а в Шарыжалгайском выступе отмечаются и тектонические блоки с возрастом 3.39 до 3.29 млрд лет. Время раннего гранулитового метаморфизма определяется пределами 2.4-2.5 млрд лет [Бибикова и др., 2006; Дмитриева, Ножкин, 2012; Туркина и др., 2009, 2010; Галимова и др., 2011 и др.].

Минерагению неорархей Бирюсинского супертеррейна характеризует крупное по запасам титана Малотагульское магматогенное метаморфизованное месторождение ильминит-титаномагнетитовых руд, локализующееся в массиве ортоамфиболитов. В палеопротерозое с процессами метаморфизма высокоглиноземистых пород в неройской серии многие исследователи связывают формирование пояса мусковитовых пегматитов (месторождения Березовое, Неройское, Алашинское и др.). В Туманшетском террейне

известно одно месторождение (Туманшетское) и многочисленные проявления железа в амфиболитах и кварцитах. В неоархейских и палеопротерозойских толщах Булунского супертеррейна локализованы многочисленные проявления золотосульфидно-кварцевого оруденения (Таргазойское и др.), магнетитовых руд, а также медных и молибденовых – в зонах разломов.

Главным геодинамическим событием второй половины палеопротерозоя в Северо-Западном Присяянье было сближение Булунского и Бирюсинского супертеррейнов, сопровождавшееся закрытием располагавшегося между ними «Урикско-Агульского» океана. Анализ материалов позволяет представить следующий возможный сценарий этого процесса. Северо-восточная береговая линия (здесь и далее – в современных координатах), располагавшаяся на окраине Булунского террейна, вероятно, представляла собой вначале палеопротерозоя активную континентальную окраину. Стратифицированные образования представлены сублукской серией Урикско-Ийского грабена и часовенской и мальцевской толщами Бирюсино-Тагульского горста. Об обстановке активной континентальной окраины, наряду с вулканогенно-терригенным типом осадков с преобладанием эффузивов базальт-андезитового ряда, может свидетельствовать протягивающийся от р. Урик до р. Ия пояс гипабиссальных гранодиорит-тоналитовых интрузий и дайковых полей игнокского комплекса. Судя по вновь полученным определениям возраста – 1887 ± 60 , 1875 ± 7.5 , 1862 ± 3.2 млн лет (SHRIMP, U-Pb метод по циркону) [Галимова и др., 2011], игнокский комплекс, вероятно, комагматичен эффузивам сублукской серии. В Урикско-Ийском грабене с его штоками и дайковыми телами повсеместно связаны многочисленные месторождения и рудопроявления золота кварцевого и кварц-сульфидного типа (Зэгэнгольское и др.).

Коллизионный пояс, фиксирующий столкновение активной континентальной окраины Ерминского террейна и пассивной – Бирюсинского, прослеживается в виде полосы северо-западного простирания (от р. Урик до р. Агул). Представлен он высокометаморфизованными, существенно сиалическими кристаллическими сланцами (мангатгольская толща), гнейсо-гранитами и мигматитами (хадаминский комплекс), а на отдельных участках – чарнокитоидами (грядинский комплекс) палеопротерозоя, возраст которых точно не определен. Достоверно лишь известно, что они предшествуют анарогенным гранитоидам саянского комплекса с возрастом 1858 ± 20 млн лет [Левицкий и др., 2002]. Гранитоиды возраста 1.9-1.8 млрд лет образуют трансрегиональный Прибайкальско-Алданский пояс на южной окраине Сибирского кратона и являются ранней стадией формирования суперконтинента Колумбия.

С синколлизионным хадаминским комплексом гранитоидов связаны редкоземельные существенно биотит-плагиоклаовые пегматиты, обогащённые монацитом, ортитом и цирконом: проявления Зээрдэкшенское, Хойхон-Жалга, Монацитовый и др. К поясу гранитоидов саянского комплекса, сшивающего Бирюсинский, Булунский террейны и расположенные между ними образования палеопротерозоя, пространственно тяготеют месторождения редкометалльных пегматитов. В пределах единой металлогенической зоны выделяют два рудных района. Юго-восточный Урикско-Тагнинский рудный район включает крупные месторождения: существенно Li Урикское и Бельское, Ta, Sn, Li – Белореченское и Cs, Ta, Li, Be – Гольцовое; северо-западный Тагул-Бирюсинский рудный район – крупное Ta, Li, Sn, Cs, Rb Вишняковское и менее значительные Ta, Li, Be – Александровское, Отбойное, Копна и Мальцевское. Изотопные исследования последних лет свидетельствуют о более молодом возрасте редкометалльных пегматитов, по отношению к гранитам саянского комплекса – 1690-1490 млн лет [Макагон, Загорский, 2002]. Согласно развиваемой В.Е.Загорским с соавторами [2010] петрологической модели формирования крупных месторождений редкометалльных пегматитов «гранитно-пегматитовые системы фиксируют собой области вещественно-энергетических аномалий – результат флюидно-магматического взаимодействия нижнекоровых кислых расплавов с глубинными, вероятнее всего, мантийными флюидами». Таким образом, они представляют собой самостоятельную

магматогенно-рудную систему, рожденную мантийными плюмами, проявившуюся в условиях рифтогенеза [Abramovich et al, 2011].

В этот же период времени вдоль северо-восточного борта Урикско-Ийского грабена сформировалась рифтовая зона, представленная молассовой ингашинской свитой, насыщенной дайковыми телами высокотитанистых субщелочных базальтоидов (1640 млн лет) [Домышев, Лепин, 1987], очевидно фиксирующая, как и редкометалльные пегматиты, начало распада суперконтинента Колумбия.

Затруднение вызывает то, что сложно разделить океанические образования суперконтинентальных циклов, хотя ассоциации пород, которые могли бы фиксировать их наличие, с определенной долей условности могут быть выделены. В Бирюсинском террейне о наличии океана могут свидетельствовать многочисленные линейные тела метаперидотит-метагаббровой ассоциации (идарский, урдаокинский комплексы), дислоцированные совместно с вмещающими породами неройской серии, происхождение которых в процессе осадконакопления не находит объяснения. В Булунском террейне таким свидетельством могут служить залегающие в грабенах среди пород онотской свиты актинолит-тремолит-тальковые, тальк-хлоритовые, серпентин-хлоритовые, карбонат-магнетит-хлорит-серпентиновые сланцы и серпентиниты (тагнинская толща) и глубокометаморфизованные породы основного-ультраосновного состава таргазойской свиты [Галимова и др., 2011]. В связи с отсутствием однозначных радиологических датировок определить, какие из этих образований отвечают поскенорлендскому, а какие постколумбийскому океанам в настоящее время не представляется возможным. Следует лишь отметить, что они вмещают рудную формацию железистых кварцитов, весьма характерную для морских бассейнов архея и палеопротерозоя.

Последующая геологическая история соответствует времени становления и распада суперконтинента Родиния. В неопротерозое в субэральных условиях происходит формирование грубоэригеновых, участками насыщенных вулканитами основного состава толщ: одайская и ермосохинская свиты в Урикско-Ийском грабене, чернореченская, ердейская и курятская – в Бирюсино-Тагульском горсте (фундамент Присаянского прогиба). После наступившего предкарагасского воздымания территории все эти толщи, имевшие ранее более широкое распространение, сохранились лишь в узких приразломных грабенах. В Урикско-Ийском междуречье они залегают в отдельных звеньях приразломного Ерминско-Горхонского грабена, протягивающихся узкой (2-5 км) полосой на расстоянии около 200 км. Аналоги подобных толщ и структур в палеопротерозойских толщах, уходящие под карагасский чехол, фиксируются в Уватском поднятии и Бирюсино-Тагульском горсте. Возраст пород чернореченской вулканогенно-эригеновой толщи, определенный Rb-Sr методом в изотопной лаборатории ВСЕГЕИ, составил 1190 и 1238 млн лет [Галимова и др., 2011]. Следует подчеркнуть, что ермосохинская и сопоставляемые с ней свиты, начинают новый цикл развития, который можно связать с началом становления суперконтинента Родиния. Этап же, предшествующий распаду Родинии, вероятно, фиксируют образования позднериффейской [Станевич и др., 2007] карагасской серии, слагающей нижний структурный этаж Присаянского прогиба и имеющей по ряду признаков, скорее всего, рифтогенную природу [Абрамович и др., 1989; Беззубцев и др., 2008; Метелкин и др., 2010]. К концу рассматриваемого периода времени в фундаменте кратона принадлежат многочисленные дайковые рои долеритов нерсинского комплекса, свидетельствующие, как показал Д.П. Гладкочуб с соавторами [2001, 2002], поздне-неопротерозойскому процессу растяжения и распаду суперконтинента Родиния.

В Ийско-Туманшетском прогибе существенное значение имеют месторождения марганцевых и железомарганцевых руд остаточного-инфильтрационного кор выветривания (Николаевское, Шангулежское), сформированных над обогащенными марганцем и железом карбонатно-эригеновыми отложениями. Представляется, что повышенная концентрация отмеченных элементов связана с эксгалиационными вулканическими процессами. К этому же возрастному уровню следует отнести месторождения урановой формации в

минерализованных зонах типа несогласия (Столбовое, Рябиновое, Гарет и др.). Урановое оруденение локализуется в крутопадающих тектонических зонах дробления в гранитах саянского комплекса и выше «поверхности несогласия» в песчаники шангулежской свиты не распространяется. В процессе геологического изучения последних лет выявлены ещё недостаточно исследованные проявления свинцово-цинковой стратиформной формации в междуречье Увата и Рубахиной, которые могут иметь промышленное значение. В Канском террейне, присоединившемся к Бирюсинскому в мезопротерозое, с распадом Родинии связан пояс месторождений (Кингашское и др.) сульфидных медно-никелевых руд с платиноидами, возникший на вновь сформированной южной границе Сибирского кратона в связи с раскрытием Палеоазиатского океана.

Очередной этап формирования магматогенно-рудных систем проявился в венде (630 – 640 млн лет). В этот период образуется группа крупных месторождений Nb, Ta, REE, U, Pb, Zn и апатита, связанных с интрузиями ультраосновных щелочных пород с карбонатитами (Большезиминское, Среднезиминское и Большетагнинское месторождения). Магматические и одновременно рудные тела отчетливо контролируются Ерминско-Горхонской зоной разломов, проходящей в осевой части Урикско-Ийского грабена. Близкий возраст – 630 млн лет имеют тела дунитов и перидотитов с платино-медно-никелевой минерализацией на юго-восточной окраине Бирюсинского террейна [Mekhonoshin, Kolotilina, 2011]. Как представляется, формирование перечисленной группы месторождений связано с горячими точками и внутриплитным рифтогенезом на юге Восточной Сибири, завершающими распад суперконтинента Родиния [Abramovich et al. 2011].

Палеозойская минерация региона обусловлена син- и постколлизийными процессами в связи с закрытием Палеоазиатского океана. На рассматриваемой территории она в значительной степени определяется формированием Удино-Колбинской вулканотектонической депрессии и рудных формаций: свинцово-цинковой скарновой с золотом (месторождение Ергожу), молибден-кварцевой (месторождение Агульское), а также золото-медно-кварцевой, золото-кварцевой, свинцово-серебряной и др.

Заключительный этап минерации относится к раннему мезозою – времени существования суперконтинента Пангея. Его фиксирует Хайламинский массив редкометалльных гранитов литий-фтористого типа, вмещающий редкометалльное месторождение Зашихинское, расположенный в верхнем течении р. Уда на северо-восточном крыле зоны Главного Саянского разлома. В апикальной части интрузии обособлены рудоносные зоны альбититов, альбитизированных и флюоритизированных брекчий, несущих промышленные тантал-ниобиевые руды с цирконием и редкими землями иттриевой группы. Возраст хайламинского комплекса определен по цирконам из рибекитовых гранитов Pb-Pb изохронным методом, как триассовый – 228-250 млн лет [Галимова и др., 2011].

Ряд геологов ранее связывали геодинамическую позицию Зашихинского месторождения с процессами тектоно-магматической активизации, проходившей исключительно в зоне влияния Главного Саянского разлома. С современных позиций очевидно, что месторождение входит в состав обширной раннемезозойской Саяно-Забайкальской редкометалльной провинции, располагаясь на её северном и северо-западном фланге. Как показали М.И. Кузьмин и др. [2011] в позднем палеозое и раннем мезозое практически вся территория Северной Азии была охвачена процессами магматизма, обусловленного её прохождением над Северо-Азиатским плюмом.

Анализ формирования и размещения месторождений полезных ископаемых с позиций современной геодинамики является актуальной задачей металлогении в целом, а также прогноза и поисков месторождений в отдельных регионах.

Литература

Абрамович Г.Я., Буддыгеров В.В., Срывцев Н.А., Таскин А.П. Магматические формации юга Восточной Сибири и северной части Монголии (объяснительная записка к «Карте магматических формаций юга Восточной Сибири и Северной Монголии». – Иркутск: ВостСибНИИГГиМС, 1989. – 120 с.

Абрамович Г.Я., Кузьмин М.И. Анализ металлогении Восточной Сибири с позиций тектоники литосферных плит // Металлогения, нефтегазоносность и геодинамика Северо-Азиатского кратона и орогенных поясов его обрамления. Материалы II Всероссийского металлогенического совещания. Иркутск, 1998. С. 25-26.

Беззубцев В.В., Махлаев М.Л., Кириченко В.Т., Перфилова О.Ю. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000. Лист N-46 (47)–Абакан. – СПб.: Изд-во СПб картфабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 248 с.

Бибикова Е.В., Туркина О.М., Кириченко Т.И. и др. Древнейшие плагиогнейсы Онотского блока Шарыжалгайского выступа // Геохимия. 2006. №3. С. 347-352.

Галимова Т.Ф., Пашкова Л.А., Поваринцева С.А., Перфильев В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000. Лист N-48–Иркутск. – СПб.: Изд-во СПб картфабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 489 с.

Галимова Т.Ф., Пермяков А.С., Бобровский В.Т., Пашкова Л.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000. Лист N-47–Нижеудинск. – СПб.: Изд-во СПб картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 675 с.

Гладкочуб Д.Н., Донская Т.В., Мазукабзов А.И. и др. Урикско-Ийский грабен Присяянского выступа Сибирского кратона: новые геохронологические данные и геодинамические следствия // ДАН. 2002. Т. 386. № 7. С. 72 – 77.

Гладкочуб Д.Б., Скляр Е.В., Меньшагин Ю.В., Мазукабзов А.М. Геохимические особенности древних офиолитов Шарыжалгайского выступа // Геохимия. 2001. № 10. С. 1039 -1051.

Дмитриева Н.В., Ножкин А.Д. Геохимия палеопротерозойских метатерригенных пород Бирюсинского блока юго-западной части Сибирского кратона // Литология и полезные ископаемые. 2012. № 2. С. 156-179

Домышев В.Г., Лепин В.С. О возрасте древних базитов Присяянья. В кн.: Геология, тектоника и рудоносность докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1987. С. 227–228.

Загорский, В.Е., Макагон В.М., Кузнецова Л.Г. и др. Геотектоническое положение месторождений сподуменовых пегматитов // Материалы XI Всероссийского петрографического совещания «Магаматизм и метаморфизм в истории Земли. Екатеринбург, 2010. С. 242-246.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. – М.: Недра, 1990. Кн.1. – 327 с.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. – Москва: Недра, 1976. – 231 с.

Кузьмин М.И., Ярмолук В.В., Кравчинский В.А. Фанерозойский внутриплитный магматизм Северной Азии: абсолютные палеогеографические реконструкции Африканской низкоскоростной мантийной провинции // Геотектоника, 2011, № 6. С. 3-23.

Левицкий В.И., Мельников А.И., Резницкий Л.З. и др. Поскинематические раннепротерозойские гранитоиды юго-западной части Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. № 8. С. 717-732.

Макагон В.М., Загорский В.Е. Глубинность очагов магм редкометалльных пегматитов и проблема их связи с гранитами (на примере Восточного Саяна) // Глубинный магматизм, магматические источники и проблема плюмов. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2002. С. 165-175.

Метелкин Д.В., Благовидов В.В., Казанский А.Ю. История формирования карагасской серии Бирюсинского Присяянья; синтез палеомагнитных и литолого-фациальных данных // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 8. С. 1114-1133.

Станевич А.М., Мазукабзов А.М., Постников А.А., Немеров В.К., Писаревский С.А., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Корнилова Т.А. Северный сегмент Палеоазиатского океана в неопротерозое: история седиментогенеза и геодинамическая интерпретация // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. №1. с. 60-79.

Туркина О.М., Бережная Н.Г., Ларионов А.Н., Лепехина Е.Н., Пресняков С.Л., Салтыкова Т.Е. Палеоархейский тоналит-грандьемитовый комплекс северо-западной части Шарыжалгайского выступа (юго-запад Сибирского кратона): результаты U-Pb и Sm-Nd исследования // Геология и геофизика 2009. Т. 50. № 1. С. 21-37.

Туркина О.М., Урманцева Л.Н., Бережная Н.Г., Пресняков С.Л. Палеопротерозойский возраст протолитов метатерригенных пород восточной части Иркутского гранулитогнейсового блока (Шарыжалгайский выступ Сибирского кратона) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18. № 1. С. 18-33

Abramovich G.Ya, Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V. Plume magmatogene - ore systems in the south Eastern Siberia // Large igneous provinces of Asia: mantle plumes and metallogeny. Irkutsk, Russia, 2011. P. 14-16.

Mekhonoshin A.S, Kolotilina, T.B. Ni-Cu-PGE sulfide deposits related with neoproterozoic magmatism (Southern Siberia) // Large igneous provinces of Asia: mantle plumes and metallogeny. Irkutsk, Russia, 2011. P. 160-161.