УДК 553.22+551.2

Геодинамика и рудообразование в углеродсодержащих породах сопредельных территорий юга Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая

© *В. П. Молчанов [1], Сун Фенгуй (Sun Fengyue)[2], Н. Н. Молчанова [3]*
[1] Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия. E-mail: vpmol@mail.ru
[2] Цзилиньский университет, г. Чанчунь, КНР. E-mail: sfy@jlu.edu.cn
[3] ООО «Гидрометаллург», г. Владивосток, Россия. E-mail: 631135@mail.ru

На примере Фадеевского рудно-россыпного узла, приуроченного к углеродсодержащим породам сопредельных территорий Приморского края и провинции Хэйлундзян, рассмотрены особенности рудообразования в обстановке скольжения литосферных плит.

Ключевые слова: геодинамика; черносланцевые породы; минералогия; геохимия; россыпи; золото; платина; Ханкайский и Лаоелин — Гродековский террейны.

Geodynamics and mineralizahion in the carbon-bearing rocks of neighborong northeastern territory of China and southern territory of Russia Far East

V.P. Molchanov [1], Sun Fengue [2], N.N. Molchanova [3]
[1] Far East Geological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia. E-mail: vpmol@mail.ru
[2] Jilin University, Changchun, China. E-mail: sfy@jlu.edu.cn
[3] The limited liability company «Hydrometallurg», Vladivostok, Russia. E-mail: 631135@mail.ru

The Fadeevsky ore placer node associates with carbon-bearing rocks occurring both in Russia and China on neighboring territories of Primorsky Region and Heilongjiang Province. It has been taken as an example to examine peculiarities of mineralization in the environment of tectonic plates sliding.

Keywords: geodynamics; black shales; mineralogy; geochemistry; placer; gold; platinum; the Khanka and Laoelin-Grodekovo terranes.

Углеродистые отложения (черные сланцы), содержащие до 1-2 мас.% массы органического углерода, пользуются широкой распространённостью на территории Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая, вмещая значительные количества рудных и россыпных проявлений золота. Эти объекты в большинстве своем характеризуются сходными по составу устойчивыми ассоциациями минералов, формирующимися в близких геологических условиях. Внимание авторов привлекли резко выделяющиеся из этого ряда своим вещественным составом россыпи Фадеевского узла, приуроченного к черносланцевым породам сопредельных территорий провинции Хэйлунцзян КНР и Приморского края РФ.

Геологическая позиция этого рудно-россыпного узла определяется его положением на границе Ханкайского и Лаоелин-Гродековским террейнов. В низах стратифицированного разреза изученной площади развиты базальто-кремнисто-туфогенные, кремнисто-глинистые, аргиллитовые и туфогенно-песчаниковые отложения (S_{1-2}). Их перекрывают вулканогенно-осадочные толщи пермского возраста (P_{1-2}) и эффузивы кислого состава (P_2). Породы вулканогенно-терригенного комплекса, включающего черные сланцы, прорваны на юге крупными массивами гранитоидов (P_2), а на севере небольшими телами габброидов и сиенитов (P_2). В гранитах отмечены многочисленные мелкие интрузивные тела и ксенолиты кортландитов и амфиболизированных габбро. В южной части узла один из интрузивов обладает чертами концентрически-зонального строения: дунит-верлит-пироксенит-габбро. Здесь известны многочисленные аллювиальные россыпи золота, а также золото-кварцевые жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации [1].

В шлихах рыхлых отложений р.р. Фадеевка (система водосбора р. Раздольная) и Золотая, с притоками р.р. Толстокулачиха, Поликарпиха, Байкал, Незаметка, М. Нестеровка (бассейн р. Нестеровка), дренирующих гранитоиды и черносланцевую толщу соответственно на юге и севере площади известны две продуктивные ассоциации: минералы металлов платиновой группы (сплавы Pt-Fe и Os-Ir-Ru при преобладающей роли первых) и хромиты — генетически связанные с базит-гипербазитовым комплексом. Вторая ассоциация, включающая серебристое золото, сульфиды и кварц, является производной гранитоидного магматизма [1]. В южных россыпях нами впервые [2-3] выявлена уникальная ассоциация природной амальгамы золота и платины, киновари, самородных

вольфрама, цинка, свинца, железа и меди, карбидов Si и Fe, источники которой неизвестны. Это и предопределило направленность наших исследований.

Для решения этой задачи потребовалось выполнить комплекс минералогических и изотопных исследований. На каждой из изученных россыпей было отобрано несколько крупнообъемных проб, прошедших обогащение на гравитационной установке. Полученные концентраты посредством магнитной и электромагнитной сепарации были разделены на магнитную, электромагнитную и неэлектромагнитную фракции. В качестве исходных продуктов для минералогический исследований с применением электронно-зондового микроанализатора Jeol Superprobe JXA 8100 (Япония) с системой INCA Energy 350 Oxford Instruments (Великобритания) и электронного сканирующего микроскопа Jeol JSM-6490LV (Япония) с системой INCA Energy 350 Oxford Instruments (Великобритания) использовались шлиховые материалы неэлектромагнитной фракции, включающие основную массу рудного вещества.

Изотопный анализ серы киновари выполнен в Аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН по следующей схеме. Серу киновари окисляли до SO_2 с использованием оксида меди, как окислителя. Реакцию окисления проводили в вакууме при терморегулируемой криогенной ловушке. Очищенный SO_2 вымораживали в отдельную ампулу для измерения $\delta^{34}S$. Измерение изотопных соотношений серы проведено на изотопном масс-спектрометре Finnigan MAT 253 (ThermoFinnigan, Bremen, Germany) с относительно лабораторного рабочего стандарта, калибровка которого выполнена с использованием международных стандартов IAEA-S-1, IAEA-S-2, IAEA-S-3, NBS-123.

В площадном распределении минералов изученной ассоциации в пределах узла в направлении с юга на север просматриваются элементы зональности. В северных россыпях часты находки сфероидов природных амальгам золота и ртути в углеродистой оболочке с микровключениями частиц киновари, самородных железа и свинца. Эти оболочки характеризуется присутствием, помимо C, также O, Si, Al, K, Cl, Ca, Hg, в сущности, отвечая составу металлоносных флюидов. В центре узла в россыпях появляются золотины с каймой, состоящей из Fe, Al, Si, O. Железистая платина фрагментарно покрыта пленками двух видов: Pt-Rh-Hg и Au-Ag-Hg. Состав минералов — спутников претерпевает значительные изменения: здесь появляются лидамальгама (Hg Pb), польчемусит (Hg ZnS), самородные вольфрам, олово, свинец, вольфрамит, касситерит, а также интерметаллические соединения систем Pb-Sb-Sn, Fe-Cr. В южных россыпях возрастает роль самородных Zn, Fe. Отмечены обособления с оторочкой, содержащей S, As, Sb, Sn, Bi, указывающие на изменения состава рудоносных растворов.

Характерной особенностью изученной ассоциации является повсеместное присутствие киновари. В генетическом отношении золото и платина тесно связаны с киноварной минерализацией, поэтому закономерности эволюции изотопного состава серы имеют решающее значение при реконструкции условий рудоотложения. Было установлено, что изотопный состав этого сульфида ртути укладывается в узком интервале от +0,5 до + 1,0‰, близком к мантийной метке [4]. На южном фланге значение $\delta^{34}S$ сдвигаются в более легкую сторону от –1,2 до –2,6‰. В целом, отклонения изотопного состава киновари различных участков узла незначительны и обусловлены, скорее всего, изменением температур кристаллизации, либо параметров Eh-pH. Соответственно вариации $\delta^{34}S$ рассматриваются нами как результат эволюции единой рудообразующей системы, в формировании которой участвовали глубинные флюиды.

Появление золото-платиноидной киноварной минерализации, равно как и ее площадное распределение предопределены, по нашему мнению, глубинной геодинамикой, и в первую очередь с приуроченностью изученного узла к зоне активного взаимодействия континентальной и океанической литосферных плит с преобладающим режимом их латерального скольжения. Согласно модели А.И. Ханчука [6], в результате сдвиговых перемещений происходило сжатие переходной зоны и формирования на ее месте континентальной литосферы. Орогенные пояса на границе континент-океан образуется только в период существования обстановки скольжения литосферных плит. Типовыми для последних являются платинометальные зональные интрузии урало-аляскинского типа, месторождения золота в черных сланцах и т.д. Геодинамический режим скольжения литосферных плит нередко сопровождается формированием, так называемых «slab window», т.е. проницаемых зон по которым глубинное вещество Земли достигает верхних слоев литосферы. Такая модель хорошо согласуется с нашими геологическими и радиологическими данными. В частности, U/Pb датировки самородного свинца узла показывают возраст минерализации 148 млн лет [5]. На этот временной отрезок для восточной окраины палеоазиатского континента фиксируется смена геодинамического режима субдукции палеотихоокеанской плиты на режим ее трансформенного скольжения. Геодинамическая история развития тихоокеанской окраины в мезозое находит свое отражение в металлогении.

При этом ряд элементов, включающий Hg, Au, Pt, W и т.д., трассирует флюидопроводящие системы, «корни» которых связаны с мантией.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00910

Литература

1. Молчанов В. П., Моисеенко В. Г., Хомич В. Г. Минералы благородных металлов россыпей Фадеевского узла (Приморье) как индикаторы формационной принадлежности коренных источников // Доклады академии наук. 2005. Т. 402. № 5. С. 661–664.
2. Уникальная ассоциация природной амальгамы золота, киновари, самородных металлов и карбидов Фадеевского рудно-россыпного узла, Приморье / В. П. Молчанов [и др.] // Доклады академии наук. 2008. Т. 422. № 4. С. 536–538.
3. Находки наноструктур природного ртутистого золота на поверхности кристаллов ильменита Фадеевского рудно-россыпного узла (Приморье) / В. П. Молчанов [и др.] // Доклады академии наук. 2009. Т. 428. № 5. С. 659–662.
4. Озерова Н. А. Ртуть и эндогенные рудообразования. М.: Наука, 1986. 232 с.
5. Изотопная гетерогенность свинца галенитов из рудных месторождений Приморья / С. В. Рассказов [и др.] // Доклады академии наук. 2002. Т. 387. № 5. С. 685–689.
6. Ханчук А. И. Тектоника, магматизм и рудообразование в обстановках трансформного скольжения литосферных плит // Геологические процессы в обстановках субдукции, колизии и скольжения литосферных плит. Владивосток: Дальнаука. 2016. С. 100–101.

Молчанов Владимир Петрович, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток.