

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

пояс, с юго-восточный флангом которого связана выявленная ртутная специфика месторождения.

Находка высокортутистого золота в рудах месторождения Роговик говорит об уникальности этого объекта и возможной перспективе выявления на территории Омсукчанского прогиба нового нетрадиционного типа минерального сырья и новых рудных объектов, в том числе крупных и уникальных.

### Литература

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Отв. ред.: А.И. Ханчук. Чл. ред. колл.: С.М. Родионов, Н.А. Горячев, В.К. Попов, В.В. Голозубов, В.В. Наумова / Владивосток: Дальнаука, 2006. – 981 с.
2. Журавкова Т.В., Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г. Физико-химические условия образования сульфоселенидов серебра на месторождении Роговик (северо-восток России) // Геология рудных месторождений. – 2015. – Т. 57. – № 4. – С. 351 – 369.
3. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С. Оценка уровня эрозионного среза золото-серебряных зон эпитермального месторождения Роговик по геохимическим данным (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений. – 2016. – № 6. – С. 544 – 558.
4. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С., Павлова Л.А. Минералогия, состав, закономерности распределения и особенности формирования рудной минерализации золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 10. – С. 1739 – 1759.
5. Кравцова Р.Г., Макшаков А.С., Тарасова Ю.И., Куликова З.И. Минералого-геохимические особенности вмещающих пород и руд золото-серебряного месторождения «Роговик» (Северо-Восток России) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН – Геология, поиски и разведка рудных месторождений. – 2012. – № 2 (41). – С. 11 – 22.
6. Кузнецов В.М., Палымская З.А., Пузырев В.П. и др. Золото-серебряное оруденение в криповулканической структуре // Колыма. – 1992. – № 3. – С. 5 – 8.
7. Пальянова Г.А., Кравцова Р.Г., Журавкова Т.В. Твердые растворы  $Ag_2(S,Se)$  в рудах золото-серебряного месторождения Роговик (Северо-Восток России) // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 12. – С. 2198 – 2211.
8. Шпикерман В.И., Горячев Н.А. Плитотектоническая металлогения складчатых систем аккреционного типа // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – С. 64 – 78.

### СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ШЛИХО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Р.Х. Мансуров

*Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных  
и благородных металлов, г. Москва, Россия*

Представляемые результаты поисковых исследований получены в ходе проведения работ в рамках госконтракта Роснедра МПР РФ «Поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-терригенных комплексах в пределах Енисейской, Байкало-Патомской и Верхояно-Колымской золоторудных провинций». Объект исследований – рудопроявление Южное расположено в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади на восточном склоне Енисейского кряжа, в 120 км юго-восточнее пгт. Северо-Енисейский. Структурная позиция рудопроявления характеризуется его приуроченностью к зоне системы Ишимбинского рудоконтролирующего разлома в узле его пересечения секущими СВ разрывами. В геологическом строении принимают участие карбонатно-терригенные отложения сухопитской (погорюйская, аладьинская и карточки свиты) и тунгусикской (потоскуйская свита) серий, среднего и верхнего рифея, соответственно.

Методически шлихо-геохимические поиски осуществлялись согласно применяемой ФГУП ЦНИГРИ методике поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах [1]. С учетом повсеместно распространенных перекрывающих информативный элювиально-делювиальный слой дальнепринесенных отложений опробование производилось, в среднем, на глубине 0,8-1,0 м. Это позволило получить наиболее представительные результаты о коренной золотоносности исследуемой площади.

В ходе выполнения работ проведен комплекс геохимических работ, включающий в себя геохимические поиски по потокам рассеяния, литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, шлихо-геохимические поиски. Лабораторно-аналитические методы включали в себя химико-спектральный на золото, ICP-MS, пробирно-атомно-абсорбционный, рентгено-фазовый анализы. Кроме того, проведены специализированные шлихо-минералогические исследования; изотопно-геохимические исследования.

Литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) в пределах рудопроявления осуществлялись как в стандартном площадном варианте (сеть опробования 200x20 м, глубина опробования 0,3-0,4 м), так и в профильном по линиям горных выработок путем опробования нижнего надкоренного информативного слоя элювиально-делювиальных отложений в копушах глубиной 0,8-1,0 м, бульдозерных расчистках глубиной 1 м и шурфах до коренных пород (интервал опробования 10-40 м, глубина опробования 0,8-1,0 м). По результатам площадного опробования установлено несколько контрастных ореолов Au. Последние образуют практически сплошное аномальное геохимическое поле (АГХП) размером около 1,5x2,2 км, в пределах которого локализуется

область максимально высоких (0,1-0,8 г/т) содержаний Au, шириной до 300 м. АГХП Au сопровождается ореолами Mn, при этом поля максимально высоких его содержаний (0,5-2%) практически совпадают с полями высокоаномальных содержаний Au. По периферии АГХП Au установлены аномальные поля Ag и Zn. По данным ICP-MS аномальное поле Au сопровождается повышенными содержаниями в ВОР As, W, Sb, Cu, Co и др.

В результате шлихо-геохимических поисков выявлено несколько шлиховых ореолов, среди которых наиболее контрастные отвечают положению золотоносных минерализованных зон в ВОР и первичных ореолах. В пределах последних шлиховые ореолы Au характеризуются содержаниями более 10 знаков Au на шлиховую пробу. Шлихо-геохимические аномалии сопровождаются шлиховыми ореолами пирита, оксидов и гидроксидов Fe и Mn.

Размер выделений самородного золота, как правило, не превышает 0,15 мм; на крупное (более 0,5 мм) приходится не более 10% всего выявленного самородного золота. Последнее представлено разными морфологическими формами, среди которых выделяются цементационное, интерстициальное и трещинное золото. Цементационное золото, часто встречается в сростках с хрусталивидным прозрачным кварцем, железистым карбонатом. Интерстициальное золото – достаточно редко встречающаяся форма. Трещинное золото – распространенная форма, наиболее часто встречающаяся в кварцевых жильно-прожилковых зонах.

Кристаллы кубического пирита встречаются практически повсеместно в пределах рудопроявления, составляя до 90% объема шлиховых проб в пределах минерализованных зон. Кристаллы кубоктаэдрического и ромбододекаэдрического габитуса распространены ограниченно и, в основном, приурочены к зонам шлихо-геохимических аномалий. По данным ICP-MS содержания Au в пирите, в среднем, составляют 7-10 г/т. При этом, наиболее золотоносными являются кристаллы осложненных форм, в которых концентрации золота достигают 12 г/т. В кубических кристаллах пирита содержания Au превышают первые граммы. Основные элементы примеси в кристаллах осложненных форм – As (до 2200 г/т), Cu (до 865 г/т), Zn (до 135 г/т), Pb (до 260 г/т).

Специализированные шлихо-минералогические исследования предусматривали изучение магнитной, электромагнитной (ЭМФ), тяжелой немагнитной (ТНФ) и легкой фракций шлиховых проб с целью изучения их минерального состава, распределения золота и сопутствующих элементов. Наиболее детально изучался материал ЭМФ и ТНФ шлиховых проб. ЭМФ представлена преимущественно гидроксидами железа, гетитом (гидрогетитом), образованных по минералам железо-магнезиальных карбонатов (анкерит, сидерит). Наибольшее их распространение отмечается в зонах развития метасоматических изменений вмещающих пород – пиритизации, железо-магнезиальной карбонатизации и линейных кварцевых жильно-прожилковых зонах. В меньшей степени распространены сульфидные минералы, на 99% представленные пиритом.

Основным минералом ТНФ является пирит различных кристаллографических форм, среди которых наиболее распространены кубические кристаллы (до 90 об.%). Осложненные формы пирита также весьма распространены, часто составляют до 20% объема шлиховых проб. Среди осложненных форм преобладает кубоктаэдр; октаэдрические формы пирита достаточно редки и составляют первые %. Пентагондодокаэдрические формы пирита – распространенная форма выделения, но составляет не более 5 % навески, однако в отдельных пробах в пределах минерализованных зон может достигать 30%. Особенностью этой формы пирита является уплощенный габитус кристаллов. Часто отмечается совместное наличие в пробах значительного количества пентагондодокаэдрических кристаллов пирита и знаков самородного золота. В основном, это характерно для центральных частей ореолов максимальной вкрапленной пиритизации.

Установлено, что наиболее контрастно золотоносные минерализованные зоны фиксируются по аномальным концентрациям золота и элементов-спутников именно в ЭМФ и ТНФ шлиховых проб. Анализ распределения золота и сопутствующих элементов в этих фракциях показал, что средние содержания золота (около 8 г/т) в них практически не отличаются, тогда как концентрации As, Sb, Bi, W, Cu, Mo, Ni, Co, Pb, Zn в ЭМФ в 1,6-2,7 раза выше. Корреляционным анализом в обеих фракциях установлена практически идентичная структура корреляционных связей с золотоносной Au – As – Bi и сопутствующей ей Cu – Ni – Co – Mn ассоциациями. Кроме того, установлены значимые положительные корреляционные связи в рядах Na – K, Ca – Mn – Sr.

По результатам изотопно-геохимических исследований установлено, что особенностью золотоносной сульфидной минерализации рудопроявления Южное является аномальное обогащение пирита тяжелым изотопом серы ( $\delta^{34}\text{S} = +14.0 \dots +17.0\%$  – в пределах золотоносных минерализованных зон и  $\delta^{34}\text{S} = +17.0 \dots +19.0\%$  – в околорудном ореоле). При этом, в ряду золоторудных объектов Енисейского кряжа рудопроявление Южное занимает наиболее высокое стратиграфическое положение и характеризуется максимальными значениями  $\delta^{34}\text{S}$  что позволяет предполагать существование региональной изотопно-геохимической зональности [2]. В этой связи, интересно отметить, что по изотопно-геохимическим характеристикам карбонатов и сульфидов ближайшими аналогами рудопроявления Южное являются стратиформные свинцово-цинковые месторождения, локализованные в вышележащей терригенно-карбонатной толще (токминская свита тунгусикской серии верхнего рифея). Примечательно, что по указанным изотопно-геохимическим особенностям золотоносной минерализации рудопроявление Южное может быть сопоставлено с месторождениями “карлинского” типа [4], характеризующихся существенно карбонатным составом рудовмещающих толщ, стратифицированным характером рудных тел, прожилково-вкрапленным оруденением, сульфидным составом руд с тонкодисперсными выделениями золота в сульфидах [3, 4].

Концентрации золота и сопутствующих элементов в первичных ореолах (ПО) определялись бороздовым опробованием полотна бульдозерных траншей до коренных пород и kernовым опробованием скважин колонкового бурения. В результате установлено несколько ПО золота – наиболее представительный ПО с концентрациями более 0,1 г/т выявлен в центральной части рудопроявления; его мощность более 60 м. В пределах последнего по данным опробования керна скважин установлены маломощные (до первых десятков метров) ореолы (эпицентры)

с наиболее высокими концентрациями золота (более 0,3 г/т). По данным бороздового опробования траншей на дневной поверхности ореол распадается на несколько маломощных (первые метры) зон. Содержания золота в пределах эпицентра повышенных концентраций в отдельных пробах достигают 6,5 г/т.

Таким образом, по результатам специализированных минералого-геохимических, шлихо-минералогических и изотопно-геохимических исследований выявлены золотоносные минерализованные зоны рудопроявления Южное, установлены основные закономерности и особенности состава золотоносных образований. Выявлена высокая информативность шлихо-минералогического метода, в частности, изучение электромагнитной и тяжелой немагнитной фракций шлиховых проб. Установлена высокая значимость и представительность опробования (литохимического по ВОР, шлихового) нижнего информативного малосмещенного слоя элювиально-делювиальных отложений, в рассматриваемом случае на средней глубине 0,8-1,0 м, позволяющего уже на ранней стадии изучения перспективных площадей и участков определять масштабы золотоносности исследуемого объекта, с высокой точностью устанавливать положение золотоносных минерализованных зон для последующей проходки горных выработок, исключая безрудные интервалы и, таким образом, существенно минимизировать объемы горно-буровых работ при поисковых исследованиях.

#### Литература

1. Иванов А.И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы, 2014. – № 1. – С. 36 – 42.
2. Кряжев С.Г., Гриненко В.А. Изотопный состав серы золоторудных месторождений основных типов // XIX симпозиум по геохимии изотопов им. Академика Виноградова. Тезисы докладов. ГЕОХИ РАН. – М.: Акварель. – 2010. – С. 191 – 193.
3. Cline J.S. Carlin-type gold deposits in Nevada: Critical geological characteristics and viable models // Economic geology, 2005. – V. 100. – P. 451 – 484.
4. Stenger D.P., Kesler S.E., Peltonen D.R., Tapper C.J. Deposition of gold in Carlin-type deposits: The role of sulfidation and decarbonation at Twin Creeks, Nevada // Economic geology, 1998. – V. 93. – № 2. – P. 201 – 215.

### МИНЕРАЛО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД УЧАСТКА КУРСАГАШ-1 МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЕЗЕНЬ

В.А. Милованова

*Научный руководитель: профессор Ворошилов В.Г.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Селезенское месторождение марганцевых руд расположено в Таштагольском районе Кемеровской области, в 65 км к юго-западу от районного центра, в экономически развитом регионе.

Месторождение Селезень находится в пределах позднерифейско-раннекембрийского (субоксанического) мегакомплекса, слагающего группу аллохтонных блоков на Салаире, Горном Алтае и в южной части Горной Шории. Вещественную основу этого мегакомплекса составляют кремнисто-карбонатно-глинистая породная ассоциация, объединенная в венд-нижнекембрийскую эсконгинскую свиту, и осадочно-вулканогенная нижнекембрийская манжерокская свита [1]. Геологическое строение площади существенно осложнено наличием коры выветривания.

Участок Курсагаш-1 расположен на правом борту руч. Курсагаш, правого притока р. Селезень, в 800 метрах от его устья. В его геологическом строении принимают участие отложения венда-нижнего кембрия, палеоген-нижнеплейстоценового и плейстоцен-голоценового возрастов, четвертичные отложения, остаточная кора выветривания мел-палеогенового возраста и переотложенные продукты кор выветривания палеоген-нижнеплейстоценового возраста, слагающие здесь неширокую карстовую депрессию северо-западного простирания. Интрузивных образований на участке не встречено.

На участке Курсагаш-1 в уступах горных выработок встречаются линзочки марганцевой руды и прослои слабо омарганцеванных сланцев. Сланцы темно-серого, темно-зелёного, ярко-малинового цвета, текстура – полосчатая и пятнисто-полосчатая. Рудные марганцевые образования в сланцах преимущественно тёмно-бурого и черного цветов. Такие проявления марганцеворудной минерализации относятся к инфильтрационному генетическому типу. Их мощность составляет 10±20 см, в редких случаях до 50±80 см. Содержание марганца в омарганцеванных прослоях и линзочках составляет 2±4,5 %, реже более 5 %.

На участке Курсагаш-1 выявлено семь рудных тел. Наиболее крупными являются 1, 2 и 3 рудные тела. Они залегают преимущественно в светло-серых и черно-серых омарганцеванных маршаллитах, мощность которых на участке превышает 50 м.

В пределах участка Курсагаш-1 руды по условиям образования, морфологическим особенностям и минералогическому составу подразделяются на два типа: валунчатые марганцевые руды и сажисто-обломочные. Валунчатые марганцевые руды представляют собой рыхлую руду порошокватой и землистой текстуры, состоящей из тонкого рудного материала, а также глинисто-песчаной смеси, в которой присутствуют плотные обломки окисленных руд полуокатанной формы размером от 0,2 до 30±50 см, бурых железняков и кремнистых маршаллитизированных пород. К сажисто-обломочным относятся руды, которые представляют собой маршаллит,