

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ РУДНОГО ПОЛЯ АЛБЫНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ

С.М. Радомский*, В.И. Радомская

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, Россия

Представлены содержания благородных металлов (Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt, Au) на рудном поле Албынского золоторудного месторождения Верхнего Приамурья в геохимических объектах: рудах, вскрышных породах, растениях, поверхностных водах. Для этого были использованы методы атомно-абсорбционного, вольтамперометрического, каталитического, фотоколориметрического и химического методов анализа, с использованием методик пробирного и экстракционного концентрирования при определении массовых долей БМ в рядовых геохимических пробах с погрешностью по правильности, точности и воспроизводимости результата $\leq 30\%$. В полученных рядах геохимической распространённости благородных металлов отмечено влияние сезонной мерзлоты. Установлено отсутствие связи между низкотемпературным гидротермальным генезисом золоторудного месторождения и концентрациями металлов группы платины.

Ключевые слова: геохимия, термодинамика, благородные металлы, распределение, Албынское золоторудное месторождение

DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.10>

Для цитирования: Радомский С.М., Радомская В.И. Благородные металлы рудного поля Албынского золоторудного месторождения Верхнего Приамурья. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 2. С. 141-146. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.10>

Введение

В настоящий период страна испытывает значительный дефицит рентабельных запасов по ряду видов полезных ископаемых, включая благородные металлы (БМ). В последние годы близится к исчерпанию база активных запасов россыпного золота, вследствие постепенного использования благоприятной для освоения минерально-сырьевой базы, ухудшения горно-геологических и горно-технических условий эксплуатации месторождений и снижения природного содержания полезных компонентов в извлекаемом сырье. Поэтому техногенное сырье все более утверждается в качестве важного компонента минерально-сырьевой базы за счёт сокращения капитальных и эксплуатационных удельных затрат на его переработку. Это обстоятельство выдвигает на первый план задачу совершенствования схем освоения запасов минерального сырья техногенного происхождения. Вместе с тем современные технологии по золотодобыче получили революционное развитие, которое позволяет извлекать золото из отработанных месторождений, их хвостов и отвалов. Такая золотодобыча приобретает актуальность вследствие возросшей рентабельности этих производств и использования новейших технологий. Современное развитие нанотехнологий не могло не коснуться геологических наук, прежде всего минералогии и геохимии. Природа программирует основные характеристики веществ, явлений и процессов (Радомский, Радомская, 2015). По мере перехода к поиску и освоению крупнообъёмных месторождений с содержаниями 0.5-1.5 г/т золота, роль современного состояния и форм нахождения золота, серебра и металлов группы платины будет неуклонно возрастать.

Верхнее Приамурье – это регион восточной Азии, уникальный своим структурно-тектоническим положением,

находится в пределах Монголо-Охотской ветви Тихоокеанского рудного пояса. Месторождения золота, золотоносные и платиноносные площади обособлены в 46 золотоносных и 7 потенциально платиноносных рудно-россыпных узлах, занимающих 45 % территории региона. Основные золотороссыпные площади располагаются в пределах орогенных областей, а также, вдоль периферии Амуро-Зейской равнины, охватывая разновысотные ландшафты (Моисеенко и др., 2004). Одним из таких узлов является Харгинский рудный узел Верхнеселемджинского золоторудного района Джагдинской золотоносной провинции Монголо-Охотского золотоносного пояса, в состав которого и входит Албынское золоторудное месторождение. История золотодобычи района началась с открытия в 1894 г. золотопромышленниками Мордыным и Толмачевым богатейшего Жедринского прииска по руч. Албын и почти полностью угасла к концу XX века, а для большинства таких небольших рудопроявлений связь россыпей с коренными источниками так и не была установлена (Моисеенко, Эйриш, 1996; Эйриш, 2002).

Албынское месторождение по условиям залегания пригодно для открытой отработки и по установленным запасам руды и золота является наиболее крупным в пределах Албынской рудоносной площади (Моисеенко и др., 2013).

Целью работы являлось установление потенциала благороднометалльного оруденения (Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt, Au) на лицензионном рудном поле Албынского золоторудного месторождения Верхнего Приамурья.

На рисунке 1 представлена схема рудного поля Албынского золоторудного месторождения.

Теоретический анализ

Лицензионный участок изучаемого Албынского рудного поля занимает площадь около 40 км² («Росгеолфонд»), лицензия гос. рег. № БЛГ 02308 БР дата регистрации

*Ответственный автор: Сергей Михайлович Радомский
E-mail: rsm@ascnet.ru

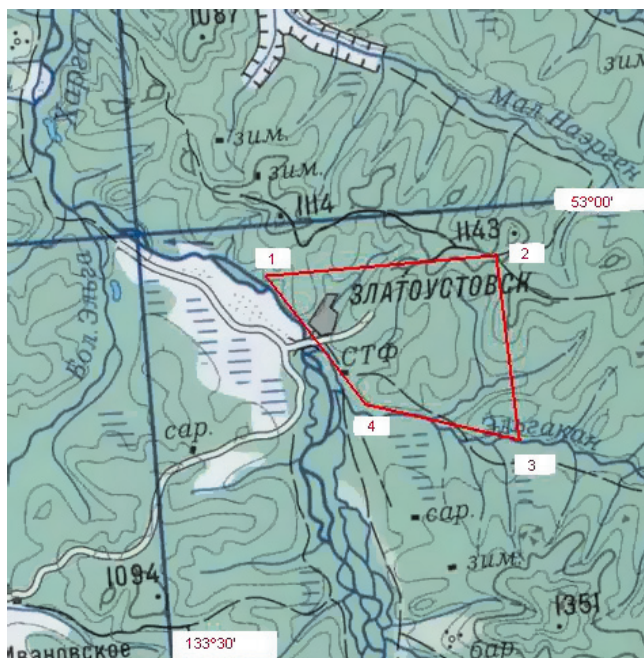


Рис. 1. Схема Албынской рудоперспективной площади оконтуренной линиями по точкам: 1) $52^{\circ}59'10''$ с.ш. и $133^{\circ}33'40''$ в.д.; 2) $52^{\circ}59'10''$ с.ш. и $133^{\circ}41'10''$ в.д.; 3) $52^{\circ}55'10''$ с.ш. и $133^{\circ}41'15''$ в.д.; 4) $52^{\circ}56'30''$ с.ш. и $133^{\circ}36'20''$ в.д. («Росгеолфонд» гос. рег. № 10-12-212, дата регистрации 23.04.2012)

25.07.2011) и имеет древнюю геологическую историю, начавшуюся с конца Палеозойской эры и продолжившуюся в Мезозойской эре с юрским периодом активизации рудообразующих процессов, которые закончились в четвертичном периоде Кайнозойской эры. В составе выхода пород отмечаются мусковит-кварц-альбитовые и мусковит-альбит-кварцевые сланцы, а в качестве примесей присутствуют хлорит-эпидот-амфиболовые сланцы с присутствием песчаников, алевролитов и поверхностных аллювиально-делювиальных слоёв. Рудные тела, локализованы в метасоматитах афанасьевской свиты в северном крыле Эльгоканского купола (Моисеенко и др., 2013). Ведущее полезное ископаемое рудных элементов – золото. Золотое оруденение площади связано с кварцевыми, иногда шеелитоносными, жилами, минерализованными зонами дробления и метасоматитами, развитыми по метабазитам и сланцам. Это руды золото-малосульфидной формации в вулканогенно-терригенных углеродистых (черносланцевых) толщах. Породы повсеместно подвергнуты гидротермально-метасоматическому окварцеванию. Кварц образует маломощные жилы и линзы непостоянной мощности. Все виды метасоматитов содержат вкрапленность сульфидов

(пирит, арсенопирит и др.) и зачастую золотоносны, характерные руды представлены на рис. 2.

Для Дальнего Востока наиболее типичны золоторудные месторождения вулканогенного типа. Для таких руд характерна эндогенная, многократно повторяющаяся перегруппировка минерального вещества в условиях периодически усиливавшихся потоков глубинного тепла. Образование золота, как правило, происходит в несколько стадий отличающихся по условиям образования благородного металла и характеризующих картину генезиса месторождения (Петровская, 1973).

Методика

В работе использовались и анализировались биогеохимические компоненты ландшафта Албынского рудного поля: рудные породы – 21 проба, вскрышные породы (грунты, почвы) – 7 проб, растения (мох, трава укоса, кустарники) – 13 проб и поверхностные воды – 9 проб. Пробы рудного материала отбирались на рудном поле Албынского золоторудного месторождения в соответствии с методическими указаниями, разработанными ЦНИГРИ для физико-химических исследований золоторудных месторождений. Далее пробы измельчались, усреднялись, квартовались.

Аналитические определения выполнялись по III категории точности количественного анализа для исследования рядовых геохимических проб допущенных отраслевыми методиками при исследованиях пород, руд, концентратов, хвостов обогащения. Общая метрологическая характеристика метода – суммарная погрешность по правильности, точности и воспроизводимости $\leq 30\%$. Из них правильность методики, определённая по отклонению характеристик государственных стандартных образцов состава (ГСО) $\leq 15\%$; точность (погрешность измерения прибора) $\leq 1\%$; воспроизводимость метода (случайная погрешность) $\leq 7\%$, погрешность устранения мешающих влияний окислительным обжигом $\leq 5\%$. При анализе образцы должны быть очищены от влияния мешающих загрязняющих веществ по требованиям нормативных документов. Анализ благородных металлов мешают органический углерод (C) и сера (S), влияние которых устраняется принудительным окислительным отжигом при 650°C , в течение 1.5 часа. Для контроля полученных аналитических результатов, в работе были использованы следующие ГСО – концентрат никелевый КН-1 № 1702-86, (перечень аттестованных компонентов и их содержание в г/т: Ru – 0.34; Rh – 0.98; Pd – 30.0; Ag – 23.4; Os – 0.06; Ir – 0.11; Pt – 8.6; Au – 0.84), использовавшийся при контроле анализа рудных



а)



б)



в)

Рис. 2. Характерные руды Албынского рудного поля: а) первичные руды малосульфидных метасоматитов, б) окисленные руды, в) вкрапления золота

пород месторождения, и хвосты обогащения ХО-1 ГСО № 1703-86 (перечень аттестованных компонентов и их содержание в г/т: Ru – 0.029; Rh – 0.096; Pd – 0.84; Ag – 0.58; Os – 0.011; Ir – 0.010; Pt – 0.43; Au – 0.07), использовавшиеся при контроле аналитических определений во вскрышных породах и биогеохимических образцах.

Основным аналитическим способом определения массовых долей благородных металлов был вариант электротермической атомизации в графитовой печи атомно-абсорбционного метода анализа с чувствительностью определений 0.1-100 мг/т. При концентрациях БМ > 100 мг/т использовался способ атомизации в пламени горелки атомно-абсорбционного метода анализа, с использованием кратных разбавлений. При анализе проб растений минерализация составляла 2-5%, что понижало порог чувствительности анализа в 20 раз. При анализе проб воды, в случае необходимости, при недостижении значения порогового обнаружения, было использовано предварительное концентрирование БМ выпариванием в 100 раз. Работа атомно-абсорбционного метода анализа контролировалась на внутри лабораторном уровне инверсионным вольтамперометрическим методом анализа с чувствительностью определений БМ 0.001 мг/т и достигнутой аппаратной чувствительностью применённой методики > 0.1 мг/т, при навеске образца 1 грамм.

Валовые содержания золота и серебра определялись после отжига проб при 600 °С в течение 1.5 часа и вскрытия аналитической навески раствором смеси кислот HCl и HNO₃ в отношении 3:1, с последующим экстракционным атомно-абсорбционным определением золота в растворе 0.05 дибутилсульфида в метилбензоле и иодидных комплексов серебра в растворе 3-метилбутанола-1 в вариантах определений: а) атомизации в пламени горелки и б) электротермической атомизации в графитовой печи (Радомский, Радомская, 2015).

Валовые содержания металлов группы платины определялись после отжига проб при 600 °С в течение 1.5 часов и последующем пробирном концентрировании БМ сульфидом никеля (II) при сплавлении в течении 25 минут при 1000 °С, далее королёк штейна отделяли

от шлака, измельчали до размеров <100 мкм и растворяли при нагревании под крышками в течение 3 часов в разбавленном растворе 1:1 концентрированной HCl. Образовавшийся осадок, содержащий БМ, отделяли на фильтре «синяя лента», сушили и сплавляли с пероксидом натрия в течение 5-7 минут при 750 °С. Плав растворяли в горячей воде и переводили в мерную колбу 25 см³, откуда отбирали аликвоты на определения БМ. Анализы выполняли: а) атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией экстрактов БМ представляющих собой смесь 0.025M растворов 1,4-алкиланилина и ди-2-этилгексилдитиофосфорной кислоты в метилбензоле, б) электрохимическим методом анализа (инверсионной вольтамперометрией на анализаторе ТА-4), в) фотометрическими, каталитическими и химическими методами (Радомский, Радомская, 2015).

Экспериментальная часть

Данные распределений валовых концентраций БМ в рудах, вскрышных породах, растениях и поверхностных водах Албынского золоторудного месторождения представлены в табл. 1.

При опробовании образцов углеродсодержащих окварцованных сланцев максимальные валовые концентрации платиноидов достигали значений г/т: рутений (0.1), родий (0.3), палладий (0.03), осмий (0.09), иридий (0.03), платина (0.6).

Результаты и их обсуждение

Структура Албынской рудоперспективной площади определена ее расположением в северном и северо-западном крыльях антиклинали, осложненных послойными интрузиями метабазитов, многочисленными дайками разнообразного состава и разломами различной кинематики и простираения. Месторождение относится к золото-сульфидно-кварцевой малосульфидной формации больших глубин метаморфогенно-гидротермального типа. Руды месторождения более чем на 70% сложены кварцем и полевыми шпатами. Рудные минералы представлены сульфидами (пирит, арсенопирит, пирротин), суммарная

Элемент	Рудные породы	Вскрышные породы	Растения	Поверхностные воды
Ru	<u>0.01 – 0.18</u> 0.095	<u>0.001 – 0.04</u> 0.021	<u>0.01 – 0.08</u> 0.045	<u>0.000001 – 0.000002</u> 0.000001
Rh	<u>0.001 – 0.005</u> 0.003	<u>0.001 – 0.003</u> 0.002	<u>0.001 – 0.003</u> 0.002	<u>0.0000003-0.0000005</u> 0.0000004
Pd	<u>0.010 – 0.07</u> 0.04	<u>0.002 – 0.004</u> 0.003	<u>0.001 – 0.011</u> 0.006	<u>0.000001 – 0.000002</u> 0.000001
Ag	<u>0.10 – 0.95</u> 0.53	<u>0.003 – 0.05</u> 0.026	<u>0.001 – 0.053</u> 0.027	<u>0.0000007 – 0.000002</u> 0.0000014
Os	<u>0.005 – 0.03</u> 0.017	<u>0.001 – 0.01</u> 0.005	<u>0.001 – 0.020</u> 0.011	<u>0.000001 – 0.000003</u> 0.000002
Ir	<u>0.001 – 0.01</u> 0.005	<u>0.003 – 0.005</u> 0.004	<u>0.001 – 0.006</u> 0.004	<u>0.000001 – 0.000001</u> 0.000001
Pt	<u>0.10 – 0.40</u> 0.25	<u>0.001 – 0.01</u> 0.005	<u>0.01 – 0.04</u> 0.025	<u>0.000001 – 0.000003</u> 0.000002
Au	<u>0.75 – 6.24</u> 3.50	<u>0.05 – 0.34</u> 0.20	<u>0.001 – 0.90</u> 0.45	<u>0.000002 – 0.000005</u> 0.0000035

Табл. 1. Валовые концентрации благородных металлов в рудных породах, вскрышных породах и произрастающих на них растениях (высушенных при 100 °С), а также в поверхностных водах, дренирующих рудное поле Албынского золоторудного месторождения, г/т

доля которых не превышает 5% (Моисеенко и др., 2013). Площадь сложена слабометаморфизованными вулканогенно-осадочными породами палеозойского возраста, вмещающими верхнекарбонные силлы метабазитов, прорванных позднемеловыми дайками различного состава. Завершают разрез современные отложения различного генезиса. Структурно-текстурные особенности и минеральный состав пород свидетельствуют о наложении на породы метаморфизма зеленосланцевой фации (Радомская и др., 2016). Под Албынским месторождением понимается группа компактных линейных рудных тел, локализованных в зоне метасоматитов по метабазитам и сланцам, афанасьевской свиты. Зона метасоматитов контролируется надвигом, который развит согласно с залеганием северного крыла Эльгюканской куполовидной складки. Наиболее распространённые минералы зон метасоматитов – альбит (зёрна 0.01-3 мм), кварц (основной минерал прожилков, жил, линз, образующий зернисто-гранобластовые полупрозрачные скопления серовато-белёлых оттенков), мусковит (пластинчатый размерами 0.001 мм) и кальцит, заполняющий поры и трещины, цементирующий брекчии, также формирующий тонкие пластинки. В рудоносной зоне выделяются следующие ассоциации – наиболее распространённая пиритовая ассоциация, носящая сквозной характер и развитая во всех разновидностях пород месторождения; далее пирит-пирротин-арсенопиритовая ассоциация, часто встречающаяся в кварц-альбитовых прожилках; потом арсенопиритовая ассоциация, приуроченная к развитию микропрожилков разного состава; и замыкает пирит-магнетитовая ассоциация, установленная в хлорит-сланцевых сланцах. Рудные тела Албынского месторождения залегают в пределах четко выраженной в пространстве зоне метасоматитов и подчинены условиям ее залегания (Радомская и др., 2015; Радомская и др., 2016). В отличие от рудовмещающей структуры рудные тела не имеют геологических границ и определяются по данным опробования. Геохимическая распространённость благороднометалльного оруденения по средним значениям концентраций представленных в табл. 1 характеризуется следующим рядом Au>Ag>Pt>Ru>Pd>Os>Ir>Rh и лишь только золото достигает значений характерных для рудных концентраций. Основной минерал этих рудопоявлений – самородное золото имеет среднюю пробу 850‰. Серебро является главной примесью самородного золота, но не достигает значений рудных концентраций, при этом массовые доли металлов группы платины не достигают значений рудных концентраций до 1-2 порядков. На наш взгляд это обусловлено гидротермальным способом образования Албынского месторождения, температура которого является слишком низкой для проявления рудной минерализации металлов платиновой группы с характерными температурами минерализации >1000 °С.

С геоморфологической точки зрения район месторождения представляет собой среднегорье, покрытое густой тайгой и расчлененное широкими заболоченными долинами рек и ручьев. Обнаженность территории очень плохая. Единичные коренные обнажения пород можно наблюдать по руслам ключей, в их нижнем течении, в бортах долины р. Харга. Мощность делювия колеблется от 1.5 до 3-4 м. Для района характерны значительная залесенность и повсеместная задернованность поверхности, распространение

островной мерзлоты, распространенной в летние месяцы в интервале глубин от 0.5-4 м до 150 м (Радомская и др., 2015). Средние концентрации благородных металлов в почво-грунтах и вскрышных породах по данным табл. 1 представлены следующим геохимическим рядом Au>Ag>Pt>Ru>Os>Ir>Pd>Rh. Отличия распределений БМ в рудных и вскрышных породах находятся в заключительных фрагментах этих рядов и обусловлены влиянием большей растворимости и способности миграции лёгких металлов группы платины (Pd, Rh), по сравнению с тяжёлыми металлами этой группы (Os, Ir) склонных к минеральному концентрированию. БМ присуща геохимическая двойственность поведения: с одной стороны в окисленных формах БМ⁺ они чрезвычайно подвижны, легко мигрируют и рассеиваются, способны к интенсивному многократному переотложению; с другой стороны нейтральные формы БМ⁰ химически устойчивы и склонны к минеральной концентрации. В окислительных условиях земной поверхности БМ обладают низкой реакционной способностью в реакциях окисления и замыкают электрохимический ряд активности металлов (E°), выраженный в Вольтах. Значения E° связаны со значениями изобарно-изотермического потенциала (ΔG°), определяющего направление протекания окислительно-восстановительных реакций $\Delta G^\circ = -E^\circ nF$; где n – количество электронов участвующих в реакции, F – число Фарадея 96500 Кл/моль. Поскольку все значения величин в правой части уравнения реакций окисления БМ положительны, то для них ΔG° принимает отрицательные значения, что характеризует термодинамически возможное и самопроизвольное протекание реакций окисления. Однако, константы равновесия таких реакций малы и характеризуются небольшими значениями концентраций окисленных форм БМ⁺ (для водных растворов около 0.01 мг/т). Существование мигрирующих окисленных форм БМ⁺ в поверхностных водах поддерживают растворённый кислород, в концентрациях 7-11 мг/дм³ и озон в концентрации 0.1 мг/дм³, хотя в целом окислительно-восстановительная обстановка в поверхностных водах Приамурья характеризуется как восстановительная (E< 0.3 В) и имеет нейтральную среду (pH~7). Проникнув через клеточный барьер в живые биогеохимические системы (растения, животных, людей), имеющих внутреннюю восстановительную и нейтральную физико-химическую среду, БМ⁺ восстанавливаются до нейтральных молекул и накапливаются в течение всей жизни живого организма. Подвижный характер сохраняет лишь незначительная часть БМ⁺, образующая устойчивые комплексные соединения с органическими лигандами хелатного типа. Для золота геохимические ореолы рассеивания рудных тел на территории Албынского рудного поля выражены отчётливо и достигают концентраций 0.05-0.34 г/т. Ряды распределений благородных металлов аналогичны их распределению в почвах Амурской области (Радомский и др., 2008).

Растительность района бедна в видовом отношении. Водоразделы покрыты лиственным лесом, в долинах произрастают береза, тополь, осина, ольха, черемуха, рябина. Ряды геохимической распространённости благородных металлов в растениях по данным табл. 1 Au>Ag>Ru>Ir>Pt>Os>Pd>Rh в целом идентичны соответствующим рядам для растений Амурской области

(Радомский и др., 2008), но испытывают значительное влияние вечной мерзлоты, что приводит к переходу Ru на третью позицию вследствие лёгкой окисляемости, большей растворимости и миграционной активности.

Климат района континентальный. Зима продолжительная холодная, лето короткое, дождливое. Средняя температура в январе $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, в июле $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднегодовая $-5.9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Повсеместно распространены многолетнемерзлые породы. Внутригодовое распределение атмосферных осадков соответствует континентальному характеру климата. При среднемноголетнем годовом слое 686.9 мм их большая часть – 620 мм (90.2% от годовой суммы) выпадает в тёплый период, с мая по сентябрь. На холодный период (октябрь-апрель) приходится 9.8% от годовой суммы осадков. Широко распространённая многолетняя мерзлота оказывает существенное влияние на условия формирования, залегания и движения подземных вод, сокращает площади их питания, приводит к увеличению поверхностного стока, способствует образованию поверхностных водотоков и заболоченности (Радомская и др., 2016).

Поверхностные водотоки представлены ручьями; Албын, Болтанак, Жедринский, Маристый и малыми реками; Эльгокан, Харга. Коллектором поверхностных вод территории Албынского рудного поля является река Селемджа. По химическому составу воды гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые, мягкие (реже натриево-магниевые-кальциевые), в летний период нередко сульфатно-гидрокарбонатные, пресные (от 0.02-0.06 до 0.4 г/л) с нейтральной реакцией. Водонасыщенными являются глыбово-щебневые, валунные образования с супесчаным и суглинистым заполнителем мощностью до 4 м. Водоупором служат коренные породы и/или верхняя граница многолетнемерзлых образований. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и таяния мерзлоты (Радомская и др., 2016). Геохимические ряды распространённости благородных металлов в поверхностных водах по данным табл. 1 $\text{Au} > \text{Os} \geq \text{Pt} > \text{Ag} > \text{Ir} > \text{Ru} \geq \text{Pd} > \text{Rh}$ не соответствуют характерным по Амурской области. Наиболее распространённые элементы оказываются в начале ряда, а наиболее миграционно активные перемещаются к концу ряда, вследствие постоянно протекающих процессов разбавления вод дождевыми осадками и вымывания минеральной составляющей почво-грунтов.

Заключение

Полученные ряды распределений БМ в геохимических объектах Албынского рудного поля идентичны для руд, вскрышных пород и растительности и резко отличны от поверхностных вод. Качественное сходство, обусловлено генетической связью геохимических компонентов, а различие – влиянием сезонного фактора воздействия вечной мерзлоты, заключающегося в вымывании летними паводками растворившихся форм БМ из минерального сырья. Причём распределение БМ в поверхностных водах, дренирующих Албынское месторождение, отличается как от местных водотоков территории рудного поля, так и от поверхностных вод Амурской области в целом. Анализ количественных составляющих характеристик распределений БМ в компонентах минерального сырья установил рудное распределение для золота и нерудное для серебра

и металлов группы платины, указывающих на отсутствие этих металлов в начальных звеньях многочисленных процессов рудных переотложений, на всех этапах формирования Албынского золоторудного месторождения.

Вывод

Таким образом, установлено отсутствие связи между низкотемпературным гидротермальным генезисом Албынского золоторудного месторождения с валовыми концентрациями металлов группы платины в рудах, вскрышных породах, растениях и поверхностных водах.

Литература

- Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В. Золоторудные месторождения Востока России. Владивосток: Дальнаука. 1996. 352 с.
- Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В., Мельников А.В. Платиноносность Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 2004. 176 с.
- Моисеенко Н.В., Харитонов В.И., Сафронов П.П. Особенности самородного золота Эльгинского и Албынского рудопоявлений Харгинского рудного узла. *Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки*. 2013. № 63. С. 129-132.
- Петровская Н.В. Самородное золото. М: Наука. 1973. 347 с.
- Радомская В.И., Радомский С.М., Павлова Л.М., Воропаева Е.Н. Геохимическая характеристика ландшафтов Албынского золоторудного месторождения Приамурья. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015. Т. 17. № 5-1. С. 298-303.
- Радомская В.И., Радомский С.М., Кулик Е.Н., Павлова Л.М. Распределение и миграция элементов-токсикантов в системе почва-растение на Албынском золоторудном месторождении (Амурская область). *География и природные ресурсы*. 2016. № 3. С. 62-69.
- Радомская В.И., Радомский С.М., Кулик Е.Н., Рогулина Л.И., Шумилова Л.П., Павлова Л.М. Геохимическая специфика редкоземельных элементов в поверхностных и подземных водах поля Албынского золоторудного месторождения (Амурская область). *Водные ресурсы*. 2016. Т. 43. № 6. С. 648-660.
- Радомский С.М., Радомская В.И., Моисеенко Н.В., Моисеенко В.Г. Благородные металлы в ландшафтах Амуро-Зейской равнины Приамурья. *Доклады Академии наук*. 2008. Т. 422. № 5. С. 665-667.
- Радомский С.М., Радомская В.И. Баланс форм благородных металлов на золоторудном месторождении Покровское (Верхнее Приамурье). *Георесурсы*. 2015. Т. 1. № 4 (63). С. 85-89.
- Российский федеральный геологический фонд «Росгеолфонд» государственный регистрационный номер 10-12-212 Албынская рудоперспективная площадь в границах лицензии БЛГ 02308 БР ДФО, Амурская обл., Селемджинский р-он. (www.rfgf.ru)
- Российский федеральный геологический фонд «Росгеолфонд», лицензия, государственный регистрационный номер БЛГ 02308 БР от 25.07.2011 г. на участок недр правобережья р. Харга, включая пос. Златоустовск, Селемджинского района Амурской области (www.rfgf.ru)
- Эйриш Л.В. Металлогения золота Приамурья (Амурская область, Россия). Владивосток: Дальнаука. 2002. 194 с.

Сведения об авторах

Сергей Михайлович Радомский – канд. геол.-мин. н., научный сотрудник лаборатории рудогенеза, Институт геологии и природопользования ДВО РАН

Россия, 675000, Амурская обл., Благовещенск, Рёлочный пер., 1

Тел: +7 4162 533565. E-mail: rsm@ascnet.ru

Валентина Ивановна Радомская – канд. хим. н., ведущий научный сотрудник лаборатории биогеохимии, Институт геологии и природопользования ДВО РАН

Россия, 675000, Амурская обл., Благовещенск, Рёлочный пер., 1

Статья поступила в редакцию 16.11.2016;

Принята к публикации 26.03.2017;

Опубликована 30.06.2017

Noble metals of the Albynsky gold ore field in the Upper Amur River region

S.M. Radomskii*, V.I. Radomskaya

Institute of Geology and Environmental Management, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science, Blagoveschensk, Russia

*Corresponding author: Sergey M. Radomskii, e-mail: rsm@ascnet.ru

Abstract. The contents of noble metals (Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt, Au) on the Albynsky gold ore field of the Upper Amur River region are given in geochemical objects: ores, overburdens, plants, surface waters. To this end, the methods of atomic absorption, voltammetric, catalytic, photocolometric and chemical analysis methods were used, by means of the assay and extraction concentration methods for determining the mass fractions of noble metals in ordinary geochemical samples with error in correctness, accuracy and reproducibility of the result $\leq 30\%$. In the obtained series of geochemical abundance of noble metals, the influence of seasonal permafrost was noted. It was established that there is no connection between the low-temperature hydrothermal genesis of the gold ore field and the concentrations of platinum group metals.

Key words: geochemistry, thermodynamics, noble metals, distribution, Albynsky gold field

For citation: Radomskii S.M., Radomskaya V.I. Noble metals of the Albynsky gold ore field in the Upper Amur River region. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 2. Pp. 141-146. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.10>

References

- Eirish L.V. Metallogeniya zolota Priamur'ya (Amurskaya oblast', Rossiya) [Metallogeny of gold in the Amur Region (Russia)]. Vladivostok: Dal'nauka. 2002. 194 p. (In Russ.)
- Moiseenko V.G., Eirish L.V. Zolotorudnye mestorozhdeniya Vostoka Rossii [Gold ore deposits in the East of Russia]. Vladivostok: Dal'nauka. 1996. 352 p. (In Russ.)
- Moiseenko V.G., Stepanov V.A., Eirish L.V., Mel'nikov A.V. Platinonosnost' Dal'nego Vostoka [Platinum content of the Far East]. Vladivostok: Dal'nauka. 2004. 176 p. (In Russ.)
- Moiseenko N.V., Kharitonov V.I., Safronov P.P. Osobennosti samorodnogo zolota El'ginskogo i Albynskogo rudoproyavlenii Kharginskogo rudnogo uzla [Features of native gold of the Elginsky and Albian ore occurrences of the Kharga ore node]. *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i ekonomicheskie nauki*. 2013. No. 63. Pp. 129-132. (In Russ.)
- Petrovskaya N.V. Samorodnoe zoloto [Native gold]. Moscow: Nauka. 1973. 347 s. (In Russ.)
- Radomskaya V.I., Radomskii S.M., Pavlova L.M., Voropaeva E.N. Geokhimicheskaya kharakteristika landshaftov Albynskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya Priamur'ya [Geochemical characteristics of the landscapes of the Albian gold deposit of the Amur region]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2015. V. 17. No. 5-1. Pp. 298-303. (In Russ.)

Radomskaya V.I., Radomskii S.M., Kulik E.N., Pavlova L.M. Rasprezhenie i migratsiya elementov-toksikantov v sisteme pochva-rastenie na Albynskom zolotorudnom mestorozhdenii (Amurskaya oblast') [Distribution and migration of toxicant elements in the soil-plant system at the Albian gold deposit (Amur region)]. *Geografiya i prirodnye resursy = Geography and natural resources*. 2016. No. 3. Pp. 62-69. (In Russ.)

Radomskaya V.I., Radomskii S.M., Kulik E.N., Rogulina L.I., Shumilova L.P., Pavlova L.M. Geokhimicheskaya spetsifika redkozemel'nykh elementov v poverkhnostnykh i podzemnykh vodakh polya Albynskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya (Amurskaya oblast') [Geochemical specificity of rare earth elements in surface and underground waters of the Albian gold deposit (Amur region)]. *Vodnye resursy = Water resources*. 2016. V. 43. No. 6. Pp. 648-660. (In Russ.)

Radomskii S.M., Radomskaya V.I., Moiseenko N.V., Moiseenko V.G. Blagorodnye metally v landshaftakh Amuro-Zeiskoi ravniny Priamur'ya [oble metals in the landscapes of the Amur-Zeya plain of the Amur region]. *Doklady Akademii nauk*. 2008. V. 422. No. 5. Pp. 665-667. (In Russ.)

Radomskii S.M., Radomskaya V.I. Balance of Noble Metals' Forms in Pokrovka's Gold Layer (Upper Amur Region). *Georesursy = Georesources*. 2015. V. 1. No. 4 (63). Pp. 85-89. (In Russ.)

Russian Federal Geological Fund «Rosgeolfond» No. 10-12-212 Albynsky rudoprospektivnaya area within the boundaries of license BLG 02308 BR DFO, Amur region, Selezhdzhinsky district. (www.rfgf.ru). (In Russ.)

Russian Federal Geological Fund «Rosgeolfond», No. BLG 02308 BR, 25.07.2011 to the subsoil area right bank of the river. Kharga, including pos. Zlatoustovsk, Selezhdzhinsky area of the Amur region (www.rfgf.ru). (In Russ.)

About the Authors

Sergey M. Radomskii – PhD in Geology and Mineralogy, Researcher of the Ore genesis Laboratory
Institute of Geology and Environmental Management, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science
Russia, 675000, Amursky region, Blagoveschensk, Relochnyy per., 1
Phone: +7 4162 533565
E-mail: rsm@ascnet.ru

Valentina I. Radomskaya – PhD in Chemistry, Leading Researcher of the Biogeochemistry Laboratory
Institute of Geology and Environmental Management, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science
Russia, 675000, Amursky region, Blagoveschensk, Relochnyy per., 1

Manuscript received 16 November 2016;

Accepted 26 March 2017;

Published 30 June 2017