

Ю.А. Волченко, В.А. Коротеев, И.И. Неустроева

**ПЛАТИНОВЫЕ МЕТАЛЛЫ И ЗОЛОТО В УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ
ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ УРАЛА**

Среди нетрадиционных типов платинометального и комплексного золото-платинометального оруденения Урала особый интерес представляют рудопроявления, связанные с черносланцевой формацией, первые сведения о которых появились в начале 90-х годов. Изучение платиноносности углеродсодержащих черно-

сланцевых толщ Урала до этого времени практически не производилось, в то время как золотоносность их изучена в большей степени. Установлено, что максимальные концентрации золота приурочены к рифтогенной зоне западного склона Урала [Сазонов, Григорьев, Мурзин и др. 1993]. Углисто-глинистые сланцы этой

зоны содержат в среднем 20 мг/т золота, то есть более, чем в 4 раза выше кларкового; углисто-кремнисто-глинистые сланцы имеют среднее содержание золота 17,1 мг/т. Количество золота резко возрастает в сульфидизированных углисто-глинистых сланцах – до 130 мг/т. Для сравнения отметим, что в углеродсодержащих кремнисто-глинистых сланцах зоны развития океанических и островодужных комплексов среднее содержание золота составляет 6,7 мг/т. Приведенные данные о резко повышенных концентрациях золота в сложнодислоцированных черносланцевых разрезах Башкирии [Ковалев, Высоцкий, 1999] к сожалению не базируются на фундаментальной аналитической основе и нуждаются в дополнительной проверке.

Углеродсодержащие осадочно-метаморфогенные образования входят в состав многочисленных свит (толщ), которые широко развиты на Среднем, Северном и Южном Урале в большом возрастном диапазоне – от нижне-среднего рифея до карбона. В геологических разрезах отдельных свит углеродсодержащие породы имеют переменную распространенность, составляя от суммарной мощности либо доли процента, либо первые проценты, и достигая иногда 50% и более от общей мощности свит (толщ). В результате тесного переслаивания с другими разностями пород истинное соотношение углеродсодержащих и безуглеродистых образований часто трудно оценить.

Основная масса углеродсодержащих формаций сосредоточена в приосевой части Урала, в зоне Центрально-Уральского поднятия и прилегающем западном борту Тагило-Магнитогорской мегазоны. К востоку, в восточном борту Тагильской мегазоны, Восточно-Уральском поднятии и Восточно-Уральском прогибе, распространение углеродсодержащих формаций резко ограничено.

Оценка платиноносности и золотоносности углеродсодержащих черносланцевых толщ проводилось нами в течение 90-х годов при выполнении исследований по двум проектам, поддержанным РФФИ, совместно с геологической службой ОАО УГЭСЭ. Исследованиями охвачены 12 участков, расположенных на территории Северного, Среднего и, отчасти, Южного Урала: Сурьинский, Кокуйский, Промысловский, Вижайский, Оленьевский, Висимский, Марининский, Бардымский, Долгий Мыс, Быстринский, Нелобский, Басьяновский. Обобщение всех данных, полученных в процес-

се изучения вещественного состава и анализа около 150 проб на платиновые металлы, золото, а также серебро, цветные металлы, углерод общий и органический, для структурно-вещественных комплексов трех возрастных срезов (верхний рифей, нижний-средний ордовик, верхний ордовик-нижний силур (нижний девон?) углеродсодержащих толщ пассивной и активной палеоокеан Уральской подвижной системы (табл. 1), впервые позволило приблизиться к пониманию характера распределения в них платиноидов, региональных возрастных вариаций геохимического поля по благородным и цветным металлам, главных факторов, контролирующих появление золото-платино-палладиевого оруденения в различных геодинамических обстановках.

Верхнерифейские (верхнерифейско-вендские) темно-серые и черные углеродсодержащие слюдисто-кварцевые, слюдисто-карбонатные и слюдисто-глинистые сланцы, характеризующие отложения мелкого шельфа континентального склона (бельско-елецкие фации?) непосредственно примыкают к зоне ГУР, сильно смяты и деформированы оперяющими его структурными элементами – Тылайско-Промысловским надвигом и др. Установлено, что региональный фон этих образований по платине составляет 13 мг/т, по палладию 16 мг/т и золоту 22 мг/т (табл. 1). Серебро присутствует в очень малых количествах – около и менее 0,1 г/т. Акцессорная вкрапленность сульфидов (при содержании серы общей 0,008–0,02 мас.%) определяет низкий фон углеродсодержащих сланцев по меди, никелю, свинцу и цинку. Содержание углерода органического 0,1–0,2 мас.% и менее. Среди таких сланцев на отдельных участках выявлены локальные зоны отчетливой сульфидизации (участок Кокуйский, аномалии “Петровская” и “Григорьевская”), содержащие до 2–5 г/т палладия, 0,2–0,5 г/т платины, 0,2–0,7 г/т золота, 0,2–0,5 г/т серебра. Содержание серы в оруденелых сланцах возрастает до 0,1–0,6 мас.%, количество сульфидов, среди которых абсолютно преобладает пирит, увеличивается до 1–3 об.%. Содержание органического углерода составляет 0,2–0,7 мас.%. Интенсивно проявлена разрывная и пликвативная тектоника, создающая в целом мозаично-блоковое строение рудоносных площадей. Положение Кокуйского участка контролируется зонами активного контакта с Журавликским мафит-ультрамафитовым массивом рифейско-вендского возраста и поясом даек метадолеритов, специализированными на палладий, платину и золото.

Распределение платиновых металлов и золота
в углеродсодержащих сланцевых толщах Урала

Пассивные палеоокраины						Активные палеоокраины					
Участки исследований. Возраст толщ	К-во определений	Содержание, мг/т				Участки исследований. Возраст толщ	К-во определений	Содержание, мг/т			
		Pt	Pd	Rh	Au			Pt	Pd	Rh	Au
Сурьинский, R ₃ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	10	20 250	13 25	4 5	20 200	Долгий мыс, D ₁ (O ₂₋₃) Фон. сод. Хср. Макс. концен.	20	7 270	30 260	4,5 10	20 11600
Кедровский (Кокуйский), R ₃ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	20	10 480	30 5360	4 5	25 500	Быстринский, D ₁ (O ₁₋₂) Фон. сод. Хср. Макс. концен.	4	6 10	12 20	4,5 13	40 240
Промысловский, R ₃ -V ₁ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	4	6 20	3 39	3 5	20 740	Нелобский D ₁ (O ₂₋₃) Фон. сод. Хср. Макс. концен.	16	7 45	20 80	3 10	20 1156
Вижайский, O ₂ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	20	34 110	13 22	3,5 10	40 3100						
Оленьевский, O ₂ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	4	6 24	6 32	7 6	15 160						
Промысловский, O ₂ Фон. сод. Хср.	4	7	6	4	115						
Висимский, O ₁₋₂ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	4	17 96	17 30	5 14	60 180						
Мариинский, O ₂ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	6	13 22	19 24	4 10	30 1930						
Бардымский, O ₂ Фон. сод. Хср. Макс. концен.	4	10 90	20 80	3 3	150 420						

Примечание. Таблица составлена на основе 116 определений, выполненных в Платиновой группе Института геологии и геохимии УрО РАН химико-спектральным и комбинированным методами (аналитики И.И. Неустроева, О.А. Березикова, Ю.П. Любимцева).

Нижне-среднеордовикские сланцевые толщи Вижайского, Промысловского, Висимского, Бардымского, Мариинского участков, расположенных около и западнее главной уральской сутуры, характеризуют сильно дислоцированные углеродсодержащие терригенные и вулканогенно-терригенные черносланцевые отло-

жения, коррелируемые с более глубоководными шельфовыми отложениями континентального склона – лемвинскими фациями. Региональный фон по платине этих зеленовато-темно-серых, серых и черных углисто-кварцево-сланцевых и углисто-кварцево-глинистых сланцев, обычно содержащих от 0,1 до 1,0 мас.% орга-

нического углерода, составляет 17 мг/т, по палладию 15 мг/т, по золоту 60 мг/т (табл. 1). Присутствует небольшое количество серебра – 0,16 г/т. Сульфидные минералы в терригенных и вулканогенно-терригенных сланцах отмечаются в акцессорных количествах, содержание серы общей обычно равно 0,01–0,02 мас.%. В локальных зонах интенсивного смятия и рассланцевания, несущих обильную сульфидную минерализацию, представленную преимущественно пиритом, редко сульфидами цветных металлов, содержания платины и палладия незначительно возрастают (до 68–100 и 40–80 мг/т соответственно), но резко увеличиваются концентрации золота (до 0,5–1,3 г/т), и повышается содержание серебра до 0,5 г/т. Количество органического углерода существенно не меняется, но заметно возрастает (до 0,5–1,0 мас.% и более) количество общего углерода. Положение выявленных золотоносных зон иногда контролируется проявлениями магматитов основного и щелочного составов (участки Вижайский, Мариинский и др.).

Верхнеордовикско-нижнесилурийские (проблематичные ниже-среднедевонские?) углеродсодержащие терригенные и вулканогенно-терригенные сланцевые толщи активной палеоокраины Уральской подвижной системы характеризуют палеогеографические обстановки окраинных морей (участки Долгий Мыс, Быстринский, Нелобский и др.). Для них фоновые содержания платины составляют 10–18 мг/т, палладия 20–30 мг/т, золота 30 мг/т (табл. 1). Серебро содержится в количествах от 0,1 до 0,5 г/т. Количество углерода общего и органического варьирует в широких пределах от 0,1–0,2 до 3–4 мас.%. Постоянно присутствует акцессорная вкрапленность сульфидов железа и цветных металлов. Среди этих сланцев выделяются участки (блоки) сильно перемятых и раздроблен-

ных пород, инъецированных магматитами основного, среднего и кислого составов (габбро, диориты, гранитоиды и др.) с зонами окварцевания, карбонатизации и лиственитизации, несущими повышенную (до 0,2–2–5 об.%) вкрапленность сульфидов (пирит, халькопирит, борнит, пирротин, пентландит и др.). Именно с этими зонами связаны повышенные и максимальные концентрации благородных металлов в углеродсодержащих черносланцевых толщах. Содержание платины при этом увеличивается до 100–200 мг/т, максимально до 1–2 г/т, палладия до 100 мг/т, максимально до 0,3 г/т, золота до 1–3 г/т, максимально до 5–10 г/т и более. Серебро присутствует в количестве 1–2 г/т.

В целом намечается общая картина, свидетельствующая о близком и низком геохимическом фоне разновозрастных черносланцевых толщ Урала по платине и возрастанию величины этого фона по палладию и золоту от более древних сланцевых толщ (верхний рифей) к более молодым (нижний–средний ордовик, верхний ордовик–нижний силур) (табл. 1, 2). Специфика возникающего в этих толщах золото-палладиевого оруденения определяется изменением величины Pd+Au/Pt отношения от 10–15 до 30 и 50, что отражает уменьшение относительно роли платины и возрастание роли палладия и, особенно, золота в процессах полигенного и полихронного благороднометалльного рудообразования. Последнее не исключает возможности формирования монокомпонентных руд на различных этапах метаморфогенно-метасоматического преобразования черносланцевых толщ.

Из анализа собранных материалов следует, что углеродсодержащие формации как с выявленными золото-платино-палладиевыми проявлениями, так и потенциально перспективными, широко распространены на охваченной исследу-

Таблица 2

Фоновые содержания и аномальные концентрации платиновых металлов и золота в углеродсодержащих черносланцевых толщах Урала различных возрастных уровней

Возраст толщ	Фон, мг/т				Аномалии, мг/т			
	Pt	Pd	Au	Pd+Au/Pt	Pt	Pd	Au	Pd+Au/Pt
R ₃ (R ₃ -V ₁)	13	13	20	3,6	250	1800	500	9,2
O ₁₋₂	14,0	13,0	68	8	68	38	1160	18
O ₂₋₃ (O ₃ -D ₁)	7	21	27	7,2	108	120	4332	41

дованиями территории Урала. Однако большая их часть в целом тяготеет к зоне ГУРа, располагаясь в западном борту Тагильской мегазоны, либо в пределах Центрально-Уральского поднятия, представлявших собой в период формирования углеродсодержащих формаций пассивную континентальную окраину мелководного морского бассейна, подверженную позднее коллизионным и постколлизионным процессам. Установлено, что появление участков с повышенными и высокими концентрациями платиноидов и золота (Кокуйский, Вижайский, Долгомысовский, Нелобский и др.) контролирует-

ся структурно-магматическими факторами – над- и близинтрузивными ореолами, зон флюидопроницаемых глубинных разломов и оперяющих их структурных элементов с разнообразными метасоматитами и т.д.

Список литературы

Ковалев С.Г., Высоцкий И.В., Фаткуллин И.Р. Сложнодислоцированные углеродсодержащие толщи западного склона Южного Урала. Уфа: Изд. Башкирского ун-та, 1999. 120 с.

Сазонов В.Н., Григорьев Н.А., Мурзин В.В. и др. Золото Урала. Коренные месторождения. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1993. 210 с.