

**Особенности распределения благородных металлов  
в сульфидах из углеродистых сланцев Рыльской структуры  
Курской магнитной аномалии (Центральная Россия)**

В настоящее время среди новых нетрадиционных типов золото-платино-металльного оруденения повышенное внимание уделяется широко распространенным металлоносным черносланцевым формациям. В ходе исследований последних лет в пределах Курского блока (КМА) Воронежского кристаллического массива (ВКМ) установлено и детально изучено благороднометалльное оруденение в породах оскольской серии Тим-Ястребовской синклинойной структуры и выявлены формы нахождения благородных металлов [Мяснянкин и др., 1992; Чернышов, 2004; Чернышов и др., 2007]. Предшествующими работами установлено, что ведущую роль в распределении и степени концентрирования Au и ЭПГ в докембрийских стратифицированных толщах КМА оказывает состав сульфидных парагенезисов [Чернышов, 2004; Чернышов и др., 2011]. В то же время, углеродистые сланцы Рыльской синклинойной структуры КМА являются менее изученными с точки зрения их потенциальной золото-платиноносности.

Рыльская структура протяженностью около 50 км при ширине 30 км является крупной палеопротерозойской синформой, расположенной в западной части Курского блока ВКМ. К характерным ее особенностям следует отнести слабое развитие магматических пород в ее пределах. Стратифицированные докембрийские образования Рыльской структуры смяты в узкие изоклинальные складки, подчиненные общему северо-восточному направлению всей структуры.

С целью установления перспектив обнаружения золото-платинометалльного оруденения в углеродистых сланцах Рыльской структуры определены содержания благородных металлов. Среднее содержание золота (19 анализов, атомно-абсорбционный метод, Лаборатория ФГУП ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) составляет 0.0093 г/т (предел обнаружения – 0.002 г/т). Максимальные содержания золота достигают 0.026 г/т. Содержания платины и палладия, определенные атомно-абсорбционным методом, не превышают пределы обнаружения этих элементов – 0.04 г/т для платины и 0.03 г/т для палладия. Результаты определения благородных металлов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS, лаборатория ФГУП ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург) в углеродистых сланцах Рыльской структуры более высокие: Pt – 0.006 г/т, Pd – 0.024 г/т, Au – 0.035 г/т, Ru, Rh, Ir < 0.002 г/т.

Углеродистые сланцы Рыльской структуры характеризуются повышенными содержаниями сульфидов (от 5–9 до 15–30 % и более). Сульфидная минерализация образует вкрапленность (зернистую, пылевидную, тонкую), а также просечки, зерна, прожилки. Размер зерен варьирует от 0.001 до 1 мм. Сульфиды представлены преобладающими пиритом и пирротинном, а также халькопиритом, марказитом, сфалеритом и галенитом. Сульфоарсениды включают арсенопирит, кобальтин и герсдорфит. Все минералы характеризуются сложными взаимоотношениями с силикатами и многообразием форм проявления. Сфалерит, арсенопирит, галенит также образуют самостоятельные скопления. Количество пирита и пирротина возрастает в сланцах, наиболее обогащенных углеродистым веществом.

С целью изучения особенностей распределения элементов-примесей в различных сульфидах выполнен локальный LA-ISP-MS анализ (ФГУП ВСЕГЕИ), при котором исследуемое вещество испаряется с поверхности образца лазерным импульсом. Анализ производится путем переноса продуктов лазерной абляции (аэрозоля) в индуктивно-связанную плазму и последующим детектированием свободных ионов в масс-спектрометре. Анализ выполнен с использованием масс-спектрометра с ICP ELAN-6100 DRC фирмы Perkin Elmer (США) с лазерным пробоотборником LSX-200 фирмы Cetac Technology (США). Нижний предел определения элементов составляет 0.01 г/т, относительная погрешность измерения – 15 отн. %, Калибровка измерительных каналов осуществлялась по синтетическим стандартам NIST 612 и NIST 613.

В результате анализа впервые получены данные о высоких концентрациях благородных металлов в сульфидных минералах из углеродистых сланцев Рыльской структуры (табл.).

Анализ распределения примесей благородных металлов показывает существенное накопление благородных металлов, особенно «легких» платиноидов (Rh – до 0.29 г/т, Ru – до 0.41 г/т, Pd – до 0.82 г/т), а также Au – до 1.01 и Ag – до 11.5 г/т в пирротине и сфалерите. Данная закономерность характерна также для Os и Ir, концентрации которых ниже. Содержания платины в пирротине и сфалерите также высоки (до 11.7 г/т), однако повышенные содержания этого металла отмечаются и в пирите (до 1.38 г/т). Средние суммарные содержания ЭПГ максимальны для пирротина – 1.271 г/т, сфалерита – 0.937 г/т и пирита – 0.254 г/т. Максимальные концентрации Ru (0.41 г/т) характерны для сфалерита; Rh (0.29 г/т), Pd (0.82 г/т), Os (0.21 г/т), Ir (0.084 г/т) и Pt (11.7 г/т) – для пирротина. Среднее отношение платины к палладию больше единицы для всех сульфидов и максимально для сфалерита. Среднее отношение распространенных платиноидов к редким также больше единицы и возрастает обратно пропорционально средней сумме ЭПГ. Среднее значение отношения

**Содержания благородных металлов (г/т) в сульфидах из углеродистых сланцев  
Рыльской структуры Курского блока**

№ обр.	Минерал	Ru	Rh	Pd	Ag	Os	Ir	Pt	Au
3602/1	Пирит	0.100	0.021	0.180	3.20	0	0	0.012	0.24
3602/2	–	0.019	0	0.046	0.46	0.0045	0.0071	0.033	0.049
3602/3	–	0	0.017	0.150	0.63	0.0047	0.0088	0.2	0.086
3602/4	–	0.110	0.041	0.100	2.93	0.052	0.071	1.38	0.130
3602/5	–	0.027	0.0056	0.064	0.66	0	0	0	0.045
3602/6	–	0.023	0.043	0.027	5.36	0.0053	0.0084	0.33	0.059
3602/7	–	0.027	0.011	0.032	1.12	0	0	0	0.011
3602/8	Пирротин	0.220	0.093	0	9.22	0.078	0.024	0.19	0.29
3602/9	–	0.360	0.025	0.43	9.44	0.028	0.026	0.27	0.67
3602/10	–	0	0.086	0.16	6.25	0.064	0.05	0.058	0.88
3602/11	–	0.270	0.056	0.54	9.21	0	0	0	0.23
3602/12	–	0.230	0.290	0.82	5.76	0.21	0.084	11.70	0.098
3602/13	Сфалерит	0.160	0.022	0.19	9.35	0	0	0.43	0.045
3602/14	–	0.410	0.034	0.19	11.5	0	0	0.46	1.010

легких платиноидов к тяжелым для сфалерита и пирита близко к единице, а пирротин несколько обогащен тяжелыми платиноидами.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что значительное количество ЭПГ и золота в углеродистых сланцах находится в виде примесей в сульфидах (особенно в пирротине и сфалерите), что требует проведения дополнительных исследований с целью выяснения генезиса сульфидного благороднометаллосодержащего оруденения.

*Работы выполнены при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 11-05-12050-офи-м-2011, 12-05-31194-мол а.), «Программы стратегического развития ВГУ» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 16.740.11.0623).*

### Литература

*Мяснянкин В. И., Чернышов Н. М.* Новый тип золотого оруденения в протерозойских толщах Тим-Ястребовской структуры // Отечественная геология. 1992. № 12. С. 150–154.

*Чернышов Н. М.* Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия). Воронеж: ВГУ, 2004. 448 с.

*Чернышов Н. М., Моисеенко В. Г., Абрамов В. В.* Новые минералы платиноидов в черносланцевых комплексах тимского типа (КМА) // Вестник ВГУ. Сер. Геол. 2007. № 2. С. 76–83.

*Чернышов Н. М., Кузнецов В. С.* Сульфидная минерализация, содержащая благородные металлы, в межрудных сланцах Стойленского железорудного // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2011. № 2. С. 17–22.