

УДК 552.08:553.08:550.42

Н.С. Ковальчук, Т.Г. Шумилова
ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ ОКРУЖЕНИЯ ЯЙЮСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА, ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ

Приводятся результаты исследований минералого-геохимических особенностей черных сланцев окружения Яйюского магматического комплекса (Полярный Урал). Установлены надкларковые содержания Li, Be, Ba, Ti, Mn, Zr, Rb, Sc, Cs, P, Nb, Ta, Th и РЗЭ. Диагностированы минералы редких и редкоземельных элементов, обнаружена собственная форма нахождения серебра – $AsAg_2Te$ (предположительно гессит). Определены металлогенические особенности углеродистых отложений, претерпевших гидротермальные процессы в зоне контакта с магматическими породами. Делается вывод о возможном обнаружении коренного золота в связи с гидротермальными изменениями черных сланцев района.

Ключевые слова: черные сланцы, Яйюский магматический комплекс, Полярный Урал.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2022.123

Углеродистые сланцы в разных частях мира могут нести крупные месторождения благородных металлов, углеродного сырья и других полезных ископаемых. Изучение геохимии, металлогенетической специализации, условий формирования углеродистых толщ, в связи с освоением Арктической территории России, имеет большое научное и прикладное значение.

Изучены палеозойские черносланцевые толщи грубеинской (O_1) и няньворгинской свит (D_3-C_1), представленные кремнисто-глинистыми, углисто-известковисто-кремнистыми сланцами и фтанитами в окружении Яйюского магматического комплекса ($v, \delta, \gamma \delta, \gamma C_3 - Pj$) в верхнем течении р. Яйю и в ее притоках (Полярный Урал) с применением современных методов исследований для выявления возможной мобилизации, переотложения и концентрирования рудного вещества в условиях интенсивной гидротермальной переработки. Опробование толщ проводилось по профилю – от приконтактной зоны с магматическими породами с выходом в незатронутые преобразованиями черные сланцы. Методом шлихового анализа опробованы аллювиальные отложения рек и их притоков в окружении Яйюского магматического комплекса на выявление

благороднометальной минерализации.

Черносланцевые толщи в районе Яйюского магматического комплекса по данным ICP-MS (ЦКП, ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск) относительно кларковых содержаний элементов в черных терригенных сланцах [5] обогащены литофильными элементами Li, Be, Ba, Ti, Mn, Zr, Rb, Sc, Cs, P, Nb, Ta, Th и РЗЭ [1]. В алевросланцах экзоконтактовой зоны установлен надкларковый уровень для следующих элементов: Ti до 6742 г/т, Mn до 1238 г/т, Ba до 870 г/т, Zr до 199 г/т, Rb до 173 г/т, Sr до 101 г/т, Li до 60.67 г/т, Co до 23.27 г/т, Ga до 23.26 г/т, Sc до 23.07 г/т, Nb до 21.63 г/т, Th до 14.92 г/т, Cs до 8.77 г/т, Be до 3.32 г/т, Te до 3.20 г/т, Eu до 1.73 г/т, Ta до 1.19 г/т и РЗЭ (ΣРЗЭ 135–233 г/т). Кремнисто-глинистые сланцы на границе с тектоническим контактом и на удалении от выходов магматических пород в основном имеют околосларковые содержания все элементов, лишь содержания Ti (до 6533 г/т), Ba (до 1456 г/т), V (до 392 г/т), Zr (до 163 г/т), Cs (до 7.36 г/т) и Sb (до 6.29 г/т) имеют надкларковый уровень. При этом значительные вариации отношений La/Yb (7–20), Ce/Lu (90–260) и содержания иттрия (1–50 г/т), вероятно, связаны со спецификой перераспределения вещества в процессе гидротермальных изменений. Исключение составляют рыхлые черные сланцы, отличающиеся резко повышенными содержаниями P (до 18810 г/т), Ba (до 1141 г/т), Rb (до 123 г/т), Y (до 50.25 г/т), Be (до 3.60 г/т), U (до 14.26 г/т), Th (до 10.24 г/т), Eu (до 2.28 г/т) и РЗЭ (ΣРЗЭ до 327 г/т). Распределение редких и редкоземельных элементов в черных сланцах показано на рисунке. В целом характер кривых распределения редких и редкоземельных элементов близок, спектры имеют четкие Sr-, Y-, Zr- минимумы и Rb-, Ba-, U- максимумы и характеризуются преимущественным накоплением легких лантаноидов при слабом фракционировании тяжелых РЗЭ с заметным Eu-минимумом. При этом, алевросланцы грубеинской свиты в зоне экзоконтакта с интрузией и рыхлые черные сланцы грубеинской свиты (р. Елец) относительно кларков черных сланцев отличаются повышенными содержаниями РЗЭ (рис.).

Черные сланцы окружения Яйюского магматического комплекса имеют слоистую текстуру, структура алевролитовая, пелитоморфная. Содержание органического углерода ($C_{орг.}$) в породе составляет 0.01–6.63% (в среднем 1%). В черных сланцах интенсивно проявлена жильная кварцевая минерализация, пиритизация и редкоземельная минерализация.

Главными породообразующими минералами являются кварц, мусковит и хлорит, второстепенными – альбит, эпидот и кальцит. Сульфидная минерализация представлена чаще всего пиритом,

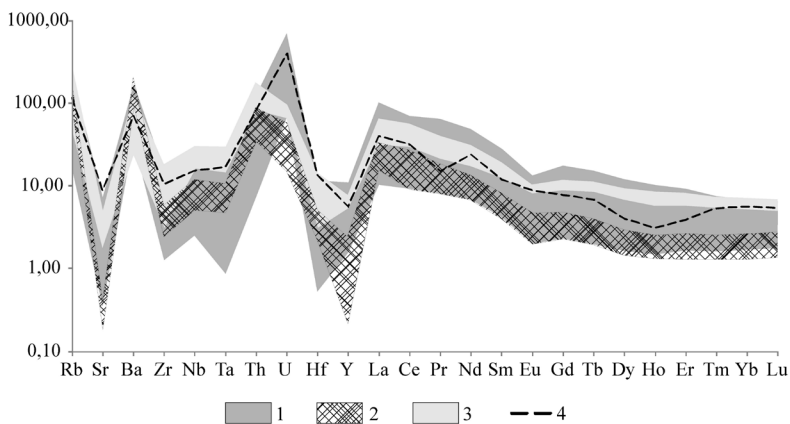


Рис. Распределение редких и редкоземельных элементов в черных сланцах окружения Яйюского магматического комплекса: 1 – поле черных сланцев и фтанитов грубеинской свиты, р. Елец; 2 – поле глинисто-кремнистых сланцев и фтанитов няньворгинской свиты в зоне тектонического контакта; 3 – поле алевросланцев и филлитовидных сланцев грубеинской свиты в зоне экзоконтакта с интрузией; 4 – кларк терригенных черных сланцев [5]. Концентрации элементов нормализованы по примитивной мантии [6].

халькопиритом, реже пирротинном. В результате микрзондового изучения пород была установлена редкоземельная минерализация, представленная монацитом, алланитом и ксенотимом. В качестве акцессорных минералов диагностированы апатит, циркон, титанит, рутил и барит. В апатите встречены микровключения торита. В углеродистых сланцах в зоне горячего контакта с прорывающей интрузией установлена собственная форма нахождения серебра – AsAg_2Te (предположительно гессит). В алевросланцах непосредственно в экзоконтактовой зоне отмечена микропрожилковая рудная минерализация Ni-Cu-Co-Ce-Mn состава.

Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (Аналитический центр Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток) установлено, что содержание Au в углеродистых сланцах района может достигать 80 мг/т (при среднем 18 мг/т), содержание Ag, как правило, не превышает 0.5 г/т, в единичных случаях составляет 0.8 г/т.

В результате шлихового опробования аллювиальных отложений рек и в их притоках окружения Яйюского магматического комплекса установлены единичные знаки видимого золота, размером 0.1–0.4 мм,

удлиненной формы со сглаженными выступами и торцевыми валиками по краям. На поверхности золота отмечается пластинчатое строение с отпечатками других минералов и следами механических повреждений. Химический состав золота с поверхности неоднородный, отмечается постоянное присутствие серебра (Ag 1.53–12.08 мас. %), в качестве включений диагностированы примазки алюмосиликатов и гидрослюд.

Как правило, золоторудные месторождения сухоложского типа не обнаруживают видимой пространственной связи с интрузивными образованиями. Тем не менее, под крупными золоторудными месторождениями (Сухой Лог, Мурунтау, Кумтор, Даугызтау) установлено наличие гранитоидных интрузий под рудными телами [4]. Углеродистые сланцы при такой интерпретации являются главным образом субстратом, в котором происходит мобилизация и осаждение из магматических пород рудных компонентов [2; 3].

Анализ исследованных черносланцевых пород окружения Яйюского магматического комплекса показал, что в этом объекте присутствуют все главные поисковые признаки на золото. Во-первых, имеется наличие горячих контактов углеродистых толщ с интрузией с проявлением гидротермальных преобразований черных сланцев, выражающиеся в интенсивно проявившейся жильной минерализации, пиритизации и формировании обильной редкоземельной минерализации. Во-вторых, в углеродистых сланцах установлены повышенные содержания золота (до 60–80 мг/т), в-третьих, в аллювии рек выявлены ореолы россыпного золота. При этом, повышенные концентрации золота в алевросланцах на контакте с интрузией можно объяснить суммарным эффектом исходного кларка Au черных сланцев с наложенной гидротермальной минерализацией за счет магматических источников. На основе проведенных исследований можно предположить возможность обнаружения в черных сланцах района проявления коренного золота черносланцевого типа.

Авторы выражают благодарность С. А. Светову и Е. М. Тропникову за помощь в проведении аналитических работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке НИР ГР № АААА-А17-117121270036-7.

Библиографический список

1. Ковальчук Н.С., Шумилова Т.Г., Светов С.А. Минералого-геохимические особенности черных сланцев окружения Яйюского магматического комплекса (Полярный Урал) // Минералогия, 2020. Т. 6, № 4. С. 68–81.
2. Кряжев С.Г. Генетические модели и критерии прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах. Автореферат дис.... доктора геолого-минералогических наук: 25.00.11. Москва, 2017. 52 с.
3. Лавёров Н.П., Лишневский Э.Н., Дистлер В.В., Чернов А.А. Модель рудно-

- магматической системы золото-платинового месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь, Россия) // Докл. РАН, 2000. Т. 375, № 5. С. 652–656.
4. Пак Н.Т. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах Тянь-Шаня // Рудогенез: сб. науч. ст. / УрО РАН. Миасс; Екатеринбург, 2008. С. 169–171.
5. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 304 с.
6. McDonough W.F. and Sun S.S. The composition of the Earth // *Chemical Geology*, 1995. V. 120. P. 223–253.

ORE-BEARING POTENTIAL OF BLACK SHALES FROM THE YAYUSKY MAGMATIC COMPLEX FRAMING, POLAR URALS

N. S. Kovalchuk, T. G. Shumilova

kovalchuk@geo.komisc.ru

We present the results of study of mineralogical and geochemical features of black shales from the framing of the Yayusky magmatic complex (Polar Urals). The upper-clark contents of Li, Be, Ba, Ti, Mn, Zr, Rb, Sc, Cs, P, Nb, Ta, Th, and REE were revealed. Rare metal and rare-earth minerals were diagnosed, and the silver mineral form was found – AsAg₂Te (presumably hessite). The metallogenic features of carbonaceous sediments affected by hydrothermal processes in the contact zone with igneous rocks were determined. The conclusion is made about the possible discovery of origin gold in connection with hydrothermal mineralisation the black shale of the region.

Keywords: black shales, Yayusky magmatic complex, Polar Urals.