

УДК 550.428

И.И. Чайковский^{1,2}, Т.В. Федоров^{1,2}

¹Горный институт УрО РАН, г. Пермь

²Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД ЮЖНО- ПЕРМСКОЙ МЕДЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ

Проведено исследование 11 проб песчаников, аргиллитов, известняков с медепроявлениями п. Юг и Н. Ляды Пермского района методом ICP-MS. Установлено, что оруденелые породы относительно безрудных обогащены Cu, Ag, Au, Cd, V, Os, Ru, Rh. Анализ полученных результатов позволил показать, что уфимские отложения Среднего Приуралья вполне сопоставимы с татарскими Оренбургского Предуралья, отличаясь от них большей долей в петрофонде области сноса основных и кислых пород. Высказано предположение, что часть пермской меди переносилась в виде ванадатов, а оренбургской – в составе хроматов в сильно окислительных условиях. Низкие содержания легких РЗЭ в сопутствующих аргиллитах, а также низкие содержания титана во всех осадочных породах дают основание предполагать, что области сноса терригенного материала были охвачены существенными гипергенными изменениями.

Ключевые слова: пермские медистые песчаники, геохимия.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2022.287

Несмотря на длительную историю разработки и исследования медистые песчаники Приуралья изучены весьма неудовлетворительно [3], что связано с отсутствием крупных скоплений и низкими содержаниями меди. Однако исследование попутных примесей, которые современными методами на территории Пермского края не определялись, может помочь раскрыть возможные механизмы формирования оруденения и иметь как научный, так и практический интерес.

Медистые песчаники Приуралья слагают две полосы [2]. Первая, Пермская, приуроченная к выходам шешминской свиты уфимского яруса, состоит из Березниковской и Южно-Пермской меденосных площадей. Вторая, Вятско-Оренбургская, связанная с породами казанского и татарского ярусов, включает Привятскую, Альметьевскую, Белебеевскую, Федоровско-Стерлибашевскую, Салмышскую, Каргалинскую, Красноярскую, Островнинско-Вязовскую, Сакмаро-Дмитриевскую, Гирьяльскую, Ключевскую и Карагаштинскую меденосные площади.

В качестве объектов для исследования были выбраны Юговский и Ново-Лядовский участки, расположенные в пределах Южно-Пермской меденосной площади (рис. 1). Для сравнения использованы современные геохимические данные, полученные по рудным и вмещающими породам татарского яруса медепроявления у п. Яровой Оренбургского Приуралья [1].

В п. Юг опробованный интервал разреза шешминской свиты представляет собой протяженный скальный уступ с устьем заброшенной штольни, где толща сероцветных песчаников перекрыта вишневыми аргиллитами с горизонтами карбонатных стяжений. Медная (малахит-азуритовая) минерализация образует линзовидные участки в песчаниках, приуроченные к крупным углистым скоплениям и мелким линзам аргиллита.

Второй изученный объект с медной минерализацией представлен придорожным карьером в 2 км южнее п. Новые Ляды. Здесь над сероцветными песчаниками с рассеянным углистым материалом и горизонтом стяжений известняка залегают вишневые алевроаргиллиты. Рассеянная медная минерализация с малахитовой вкрапленностью в карбонатном цементе характерна для нижней части толщи песчаников. Выше по разрезу над ними развит горизонт вторичного обогащения малахитом и гидроксидами железа, а еще выше – песчаники с выщелоченным карбонатным цементом.

Для исследования отобраны все литологические разности, включая рудные и безрудные. Содержания малых элементов определялись масс-спектрометрическим методом (ICP-MS) в секторе наноминералогии ПГНИУ, аналитики Пузик А.Ю. и Волкова М.А.

Нормирование содержаний малых элементов исследованных пород уфимского яруса на кларк земной коры и их сопоставление с рудными и рудовмещающими породами Оренбургского Приуралья [1] позволяет отметить следующее (рис. 2). Все изученные породы (песчаники, алевроаргиллиты, аргиллиты и известняки) характеризуются схожим характером распределения элементов: существенно обеднены Ti, Rb, Cs, Nb, Zr, обогащены Cu, Ag, Au, Cd, V.

По сравнению с оренбургскими песчаниками, исследованные породы обеднены хромом, титаном, а также относительно обогащены некоторыми сидерофильными и литофильными элементами: Li, Be, Sc, V, Co, Ba, Hf.

На парных графиках зависимости видно (рис. 3), что при переходе от вмещающих пород к рудным оренбургские песчаники обогащаются Cr, Ni и Ag, а пермские – Ag и иногда Au (п. Юг).

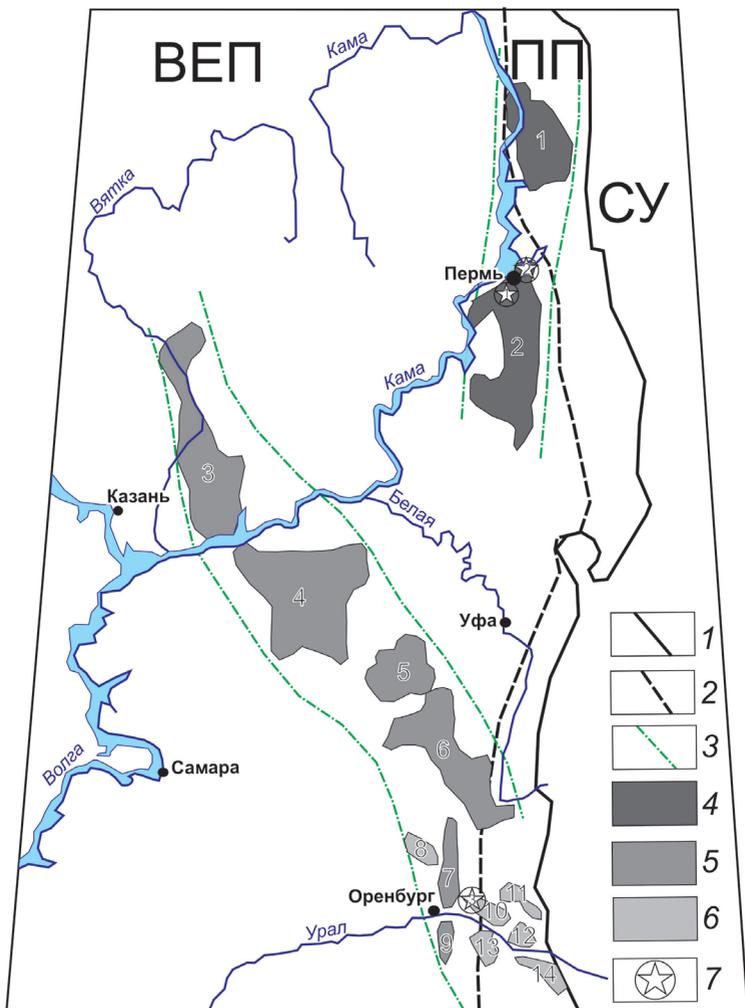


Рис. 1. Схема распространения медистых песчаников Предуралья по [1]: 1 – западная граница складчатого Урала (СУ); 2 – западная граница Предуральского прогиба (ПП), 3 – полосы меденосности с меденосными площадями (1 – Березниковская, 2 – Южно-Пермская, 3 – Привятская, 4 – Альметьевская, 5 – Белебеевская, 6 – Федоровско-Стерлибашевская, 7 – Салмышская, 8 – Каргалинская, 9 – Красноярская, 10 – Островнинско-Вязовская, 11 – Сакмаро-Дмитриевская, 12 – Гирьяльская, 13 – Ключевская, 14 – Карагаштинская); 4–6 – площади развития медистых отложений различного возраста (4 – уфимского яруса, 5 – казанского яруса, 6 – татарского яруса), 7 – места отбора проб (1 – Юг, 2 – Н. Ляды) и положение проявления у п. Яровой (3) по [1]

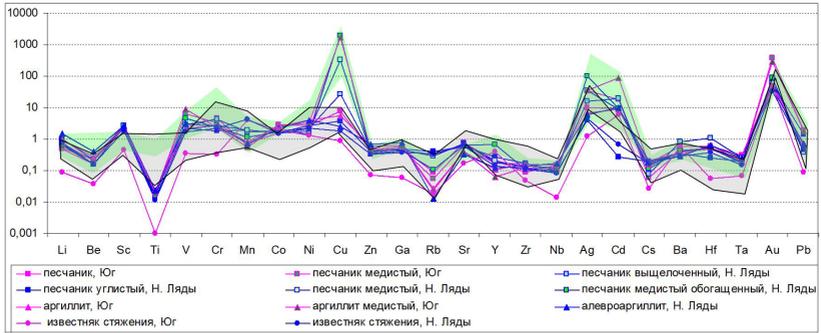


Рис. 2. Содержания элементов, нормированные на кларк земной коры [4]. Зеленым цветом показаны вариации состава медистых песчаников п. Яровой, серым – рудомещающих по [1]

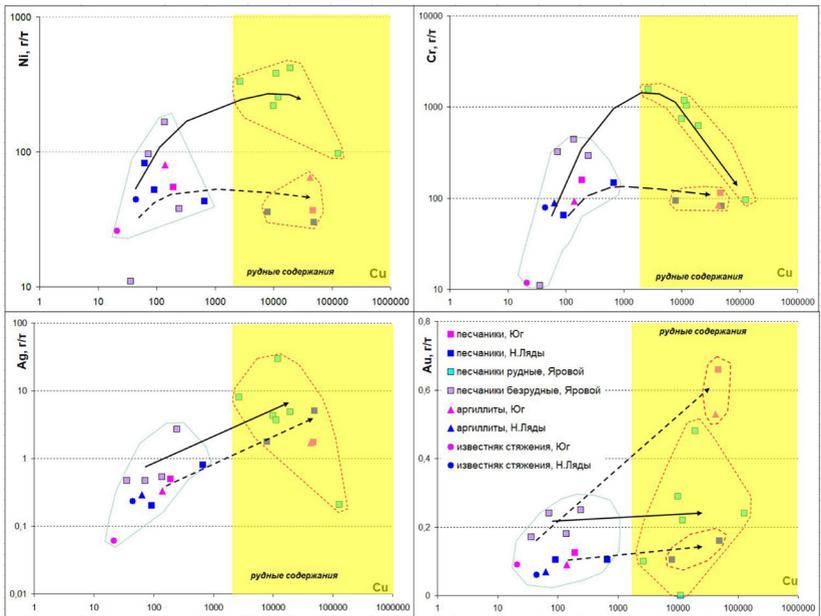


Рис. 3. Сопоставление содержания некоторых элементов при переходе от безрудных пород к рудным. Стрелками показаны тренды изменения состава

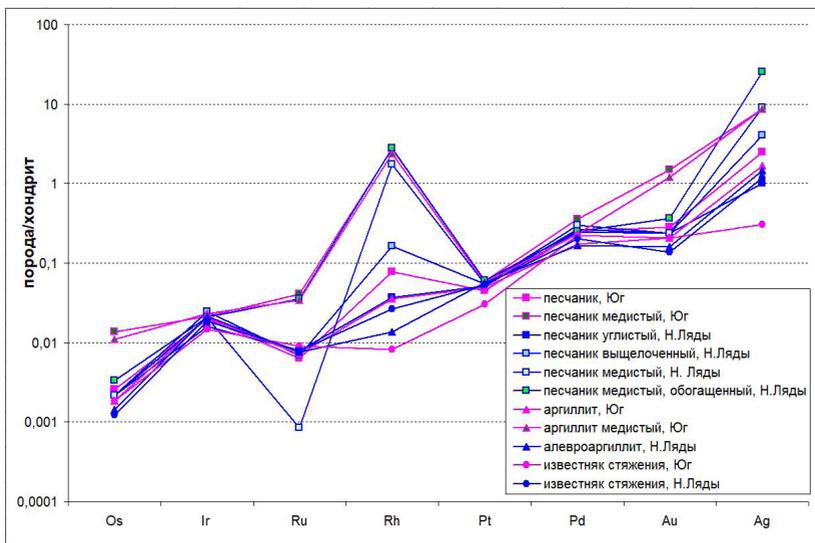


Рис. 4. Распределение содержаний благородных металлов, нормированных на углистый хондрит CI [4]

Распределение благородных элементов характеризуется постепенным ростом содержаний от тугоплавких к легкоплавким (рис. 4). Для медистых пород характерны более высокие содержания осмия, рутения и особенно родия по сравнению с безрудными.

Характер распределения редкоземельных элементов позволяет показать (рис. 5), что алевроаргиллиты и аргиллиты обеднены легкими элементами по сравнению с песчаниками.

Таким образом, как для пород уфимского яруса Среднего Приуралья, так и для татарского Оренбургского Приуралья характерны в целом близкие содержания малых элементов, что может говорить об их формировании за счет единого Уральского горноскладчатого сооружения.

Обогащенность оренбургских пород хромом и никелем, а пермских сидерофильными (V, Co) и литофильными (Li, Be, Sc, Ba, Hf) элементами свидетельствует о более широком распространении ультраосновных пород на юге, а основных и кислых – на севере. Это отражается и на повышенном содержании легкоплавких благородных металлов.

Ассоциация меди с хромом на юге и ванадием на севере меденосных полос может говорить о миграции части металла в виде хроматов и ванадатов, соответственно, в сильно окислительных условиях.

Низкие содержания титана в среднеуральских терригенных

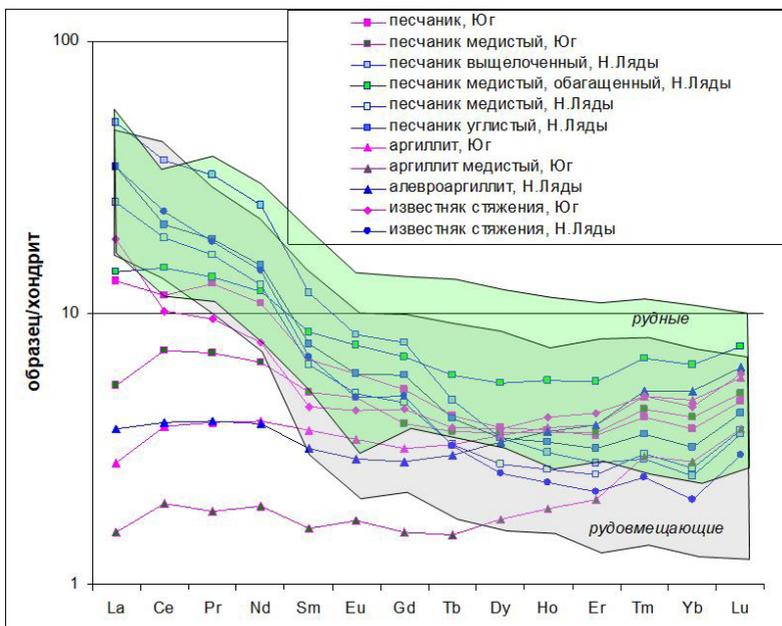


Рис. 5. Вариации содержаний редкоземельных элементов, нормированных на углистый хондрит C1 [4]. Зеленым цветом показаны вариации состава медистых песчаников п. Яровой, серым – рудовмещающих по [1]

породах относительно кларка, наряду с повышенными содержаниями ванадия, могут указывать на их разделение в процессе существенного гипергенного изменения: накопление титана в коре выветривания и переходе ванадия в подвижную форму. Низкие содержания легких редкоземельных элементов, которые активно выщелачиваются в зоне гипергенеза, в аргиллитах и алевроаргиллитах подтверждают их связь со зрелыми корами выветривания.

Показано, что исследованные медистые песчаники специализированы на серебро, кадмий, золото и относительно обогащены металлами платиновой группы (Os, Ru, Rh), что повышает их экономическую привлекательность.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках соглашения по государственному заданию №075-03-2021-374 от 29.12.2020 (рег. № НИОКТР АААА-А18-118040690031-5).

Библиографический список

1. Волков А.В., Новиков И.А., Разумовский А.А., Мурашов К.Ю., Сидорова Н.В. Геохимические особенности и условия образования медистых песчаников Оренбургского Предураля // Литосфера, 2018 № 18(4), с. 593-606. DOI:

10.24930/1681-9004-2018-18-4-593-606

2. *Феокистов В.П.* Прогнозная оценка восточной части Русской платформы на гидрогенное медное оруденение // Руды и металлы, 2000, № 4.

3. *Харитонов Т. В.* Пермская медь: обзор литературы, аннотированный библиографический указатель – Пермь, ЕНИ ПГНИУ, 2016. 1098 с.

4. *Taylor S.R. and McClennon S.M.* The Continental Crust: Its Composition and Evolution, Blackwell, Oxford, 1985. 312 p.

GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ROCKS OF THE SOUTH PERMIAN CUPROUS AREA

I.I. Chaikovskiy, T.V. Fedorov

ilya@mi-perm.ru

A study of 11 samples of sandstones, mudstones, limestones from copper occurrences in the villages of Yug and N. Lyady, Perm region, was carried out using the ICP-MS method. It was found that the instrumental rocks are relatively barren, enriched in Cu, Ag, Au, Cd, V, Os, Ru, Rh. An analysis of the results obtained made it possible to show that the Ufa deposits of the Middle Urals are quite comparable with the Tatar deposits of the Orenburg Cis-Urals, differing from them in a larger share in the petrofund of the area of demolition of basic and felsic rocks. It was suggested that some of the Permian copper was transported in the form of vanadates, and the Orenburg copper - in the composition of chromates under strongly oxidizing conditions. The low contents of light REEs in the accompanying mudstones, as well as the low contents of titanium in all sedimentary rocks, suggest that the areas of drift of clastic material were covered by significant weathering changes.

Keywords: Permian cuprous sandstones, geochemistry.