

**Новые данные по минерагении неопротерозойских углеродистых сланцев  
Центрально-Уральского поднятия на Среднем и Северном Урале****Петров Г.А.<sup>1</sup>, Маслов А.В.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ОАО УГСЭ, Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, e-mail:  
Georg\_Petrov@mail.ru<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, e-mail: Maslov@igg.uran.ru

Золото-платинометальное оруденение в черных сланцах во многих районах мира достигает промышленных концентраций и формирует крупные месторождения. Л.И. Гурская [3] указывает три палеообстановки, наиболее благоприятные для формирования золото-платинометальных руд в углеродистых сланцах: 1) бассейны пассивных континентальных окраин на ранних стадиях их развития, в которых формируются углеродистые терригенно-карбонатные толщи, вмещающие платиносодержащие медно-полиметаллические (силезский и канадский типы), урановые и уран-ванадиевые (онежский и австралийский типы) месторождения; 2) бассейны активных континентальных окраин с золото- и платина-содержащими колчеданными рудами (байкало-патомский, уральский типы); 3) рифтогенные континентальные осадочные бассейны, вмещающие богатые платинометалло-золотые, золото-платинометалло-медно-никелевые месторождения южнокитайского и кызылкумского типов. Необходимым условием для возникновения высоких концентраций благородных металлов в осадочных бассейнах является поступление богатого ими эндогенного вещества в виде гидротермальных растворов и (или) обломочного материала. То есть, эпохи формирования золото-платинометальных руд в палеобассейнах должны приблизительно соответствовать периодам эндогенной активности.

Большой вклад в изучение проблем минерагении неопротерозойских толщ западного склона Среднего Урала внесли Р.Г. Ибламинов и Г.В. Лебедев [5 и др.], М.Т. Крупенин [7], Ф.А. Курбацкая [8 и др.] и другие исследователи. В последнее время, новые данные по содержанию благородных металлов в неопротерозойских магматических, гидротермально-метасоматических и осадочных образованиях Западного склона Среднего Урала получены Ю.А. Волченко [1, 2], К.К. Золотевым [4], а также специалистами ОАО УГСЭ и «Пермгеолкарта».

Неопротерозойские толщи западного склона Среднего Урала слагают Кваркушско-Каменногорский антиклинорий и входят в состав трех серий – басегской (верхний рифей), серебрянской (нижний венд) и сылвицкой (верхний венд). Басегская серия представлена существенно карбонатной клыктанской свитой, перекрываемой кварцевыми и аркозовыми песчаниками осянской свиты, вулканитами щегровитской, углеродистыми филлитами с прослоями базальтов федотовской и песчаниками усьвинской свит. В восточных разрезах Кваркушско-Каменногорского антиклинория разрез аналогов басегской серии менее полный, здесь выделяются клыктанская и перекрывающие ее кырминская (кварциты, углеродистые филлиты, линзы известняков) и вильвинская (песчаники, вулканиты) свиты. В тектоническом блоке зоны Главного Уральского разлома уровню федотовской, щегровитской, кырминской и вильвинской свит, вероятно, соответствует колпаковская свита, включающая слюдяные кварциты, углеродистые сланцы и metabазальты. Углеродистые сланцы известны в составе федотовской, кырминской и колпаковской свит, выделенных в разных районах структуры и являющихся латеральными аналогами. В состав серебрянской серии входят (снизу вверх): танинская (тиллоидные конгломераты), гаревская (песчаники, алевропесчаники), койвинская (алевролиты, известняки, доломиты, трахибазальты), бутонская (углеродистые сланцы, прослои песчаников), керноская (кварцевые песчаники, гравелиты, трахибазальты и их туфы). Завершающая неопротерозойский разрез сылвицкая серия имеет терригенный полимиктовый состав и не содержит пачек углеродистых сланцев и вулканитов (хотя и в ней присутствуют прослои кристаллотуфов).

Проведенные нами исследования геохимии и модельного возраста тонкотерригенных пород серебрянской и сылвицкой серий западного склона Среднего Урала [9] показали, что существенная смена состава пород в источниках сноса произошла в начале бутонского времени раннего венда: до

этого на палеоводосборах преобладали палеопротерозойские кристаллические породы и гранитоиды, а начиная с бутонского уровня в составе источника сноса появляются породы ультраосновного и основного состава.

Таким образом, в неопротерозойских последовательностях западного склона Среднего Урала зафиксированы два уровня накопления углерод-содержащих тонкотерригенных осадков: *басегский* (федотовская, кырминская, колпаковская свиты) и *серебрянский* (бутонская свита).

На Северном Урале, в составе Ишеримского антиклинория, первому уровню соответствует позднерифейская велсовская свита, в состав которой также входят углеродисто-кварцевые, углеродисто-серицит-кварцевые сланцы, кварциты, доломиты и метабазалты. Потоки лав основного состава известны в разрезах свит первого уровня; в составе бутонской свиты вулканиды неизвестны, но они присутствуют в залегающей ниже койвинской и перекрывающей керносской свитах.

Выполненные за последние 10 лет несистематические анализы содержания золота и металлов платиновой группы (МПГ) в углерод-содержащих сланцах из неопротерозойских толщ в различных районах Среднего и Северного Урала [1, 4 и др.], показали наличие их высоких содержаний, в ряде случаев соответствующих рудным параметрам. Продуктивные углерод-содержащие пачки наиболее широко распространены среди отложений *басегской сериит* и ее возрастных аналогов.

В составе *кырминской свиты* позднего рифея в среднем течении р. Серебрянная в ходе проведения ГДП-200 геологами ОАО УГСЭ [10] в пределах локального геохимического ореола (горизонт В) с содержаниями хрома до 1% (по данным ПКСА), серебра – 0,4 г/т, фосфора – 0,15%, свинца – 0,021%, марганца – 0,5%, молибдена – 0,06%, выявлены углеродисто-кварцевые сланцы, содержащие тонкие (0,5–1 см) ленточные прослои густой тонкой сульфидной вкрапленности, крупные (до 3 см) порфиробласты пирита и кварцевые жилы. Содержания Pd в этих породах достигают 5,6 г/т, Pt – 0,48 г/т, Au – 0,5 г/т. По результатам опробования канав, шурфов и керн скважин установлены высокие содержания следующих элементов (по данным ПКСА и химического анализа): вольфрама – до 0,1%; серебра – 8 г/т, свинца – 0,071%, цинка – 0,104%, кобальта – 0,1%, лития – 0,031%. Аномалия, расположенная в районе рудопроявления, названного Григорьевским [4], характеризуется высококонтрастными содержаниями меди – 0,149%, вольфрама – 0,028%, свинца – 0,021%, цинка – 0,104%, иттербия – 0,0027%, марганца – 1,43%; бария – 0,131%. Шурфами и скважинами вскрыта еще одна рудоносная зона с содержанием палладия до 0,57 г/т, серебра – 2,8 г/т, марганца – 1,2%, свинца – 0,042%, бария – 0,169%, вольфрама – 0,039%. Высокие уровни концентрации МПГ и золота отмечаются в углеродисто-серицит-кварцевых сланцах кырминской свиты северо-западнее Григорьевского рудопроявления, в районе пос. Теплая Гора и на р. Койва (устное сообщение И.Н. Новикова) – содержания золота в этом районе составили (по 9 пробам) – 0,2–1,2 г/т (в среднем – 1,04 г/т); Pt – 0,5–5,0 г/т (в среднем – 2,48 г/т); Pd – 0,12–1,7 г/т (в среднем – 0,91 г/т) и при среднем отношении Pt/Pd – 3,3.

В углеродистых филлитах с охристо-кварцевыми жилками *федотовской свиты* в полосе между с. Серебрянка и пос. Кедровка установлены рудогенные содержания Ag (4,84 г/т), Au (0,22 г/т) и W (21,36 г/т). Содержание Pt (0,04 г/т) не достигает рудогенного уровня, но концентрация этого металла в черных сланцах в несколько раз превышает кларк. О наличии признаков рудогенного процесса свидетельствует и повышенное содержание Pb (27,49 г/т).

В поле развития отложений *колпаковской свиты* небольшой объем анализов на МПГ был выполнен попутно в процессе проведения поисковых работ на золото [4]. Содержания МПГ обычно составляют 0,3–0,5 г/т, но в ряде случаев превышают 2–4 г/т (в сумме), при этом чаще при больших содержаниях превалирует Pt. В 4-х пробах, отобранных на Хионинском участке из канав и проанализированных нами в лаборатории ГЕОХИ РАН, содержание золота составило 0,35–2,3 г/т, Pt – 0,10–1,0 г/т и Pd – 0,12–0,80 г/т. Отношение Pt/Pd варьирует от 0,2 до 7,5.

В полях распространения черносланцевых отложений *велсовской свиты* небольшой объем опробования проведен в бассейнах рр. Велс и Вагран. В долине р. Велс из сульфидизированных и содержащих кварцевые штокверки углеродисто-серицит-кварцевых сланцев отобрано и проанализировано 6 бороздовых проб (интервал опробования 1 м), содержания благородных металлов в которых составили (г/т): Au – 0,005–0,23 (в среднем 0,013); Ag – 0,35–2,18 (0,98); Pt – 0,04–0,23 (0,1);

Pd – 1,01–6,3 (2,82); Rh – 0,005–0,023 (0,011); Ru – 0,014–0,063 (0,028); Ir – 0,007–0,045 (0,019). В бассейне р. Вагран известна Сурьинская золоторудная зона, связанная со сланцами велсовской свиты, содержащими прожилково-вкрапленную сульфидную минерализацию и кварцевые прожилки. Помимо рудных уровней содержания золота (до 8 г/т), анализы по нескольким отобраным пробам показали также значимые содержания МПГ (Pt+Pd до 3,71 г/т).

В областях распространения пород *серебрянской серии* пачки углерод-содержащих тонко-терригенных пород приурочены, главным образом, к *бутонской* свите. Платиноносность черносланцевой толщи *бутонской* свиты изучалась геологами «Пермьгеолкарты» в районе верховьев рек Кадь, Губь и Яйва, на стыке Среднего и Северного Урала [6]. По аналогии с Южно-Китайскими месторождениями, пермские геологи относят данные проявления к стратиформному типу. Единственным и существенным отличием является отсутствие промышленно-значимых содержаний в черносланцевых породах *бутонской* свиты Ni и Mo. В настоящее время выявлено 9 пунктов Pt минерализации. Содержание платины в породах *бутонской* свиты изменяется от 0,2 г/т до 1,7 г/т с преобладанием значений порядка 0,6 г/т. Наиболее высокие содержания Pt тяготеют к приконтактной части нижней сланцевой и верхней песчано-алевритовой толщ *бутонской* свиты, где они фиксируются в черных и темно-серых сланцах с линзовидными прослойками мелкокристаллической пиритовой минерализации. В этом же интервале, по данным химического анализа, отмечаются повышенные содержания вольфрама (до 0,05%), меди (0,053%) и цинка (0,035%). Кроме того, в целом по площади в Pt-содержащих сланцах встречается повышенное содержание ванадия, никеля, кобальта, титана, вольфрама, молибдена, меди и цинка, однако устойчивой корреляции платины с этими элементами не наблюдается.

Подводя итоги, можно отметить, что в неопротерозойских образованиях Центрально-Уральского поднятия на Среднем и Северном Урале есть предпосылки для открытия новой золото-платинометальной рудной провинции, вмещающей крупные рудные узлы на двух стратиграфических уровнях неопротерозоя – басегском и серебрянском.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке интеграционного проекта УрО, СО и ДВО РАН «Реконструкция источников поступления вещества в осадочные бассейны Северной Евразии: обстановки седиментогенеза, потенциальная рудоносность».*

#### Литература

1. Волченко Ю.А., Коротеев В.А., Золоев К.К. и др. Платиновые металлы и золото в углеродсодержащих черносланцевых толщах Урала // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы региональной научно-практической конференции. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2001. С. 104–107.
2. Волченко Ю.А., Коротеев В.А., Нестерова С.И., и др. Новые платино-палладиевые проявления дайкового пояса на западном склоне Среднего Урала // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 340–347.
3. Гурская Л.И. Платинometальное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 208 с.
4. Золоев К.К., Волченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Платинometальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург: ДПР по УрФО, ОАО УГСЭ, ИГГ УрО РАН, УГГГА, 2001. 199 с.
5. Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В. К минерагении Пермского края // Проблемы минерагении, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 8. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2005. С. 74–101.
6. Коротков И.В., Гай В.В., Рыбьякова Н.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000, издание второе. Серия Пермская. Лист О-40-V (Усть-Тылай). Пермь: Пермьгеокарта, 2003. 181 с.
7. Крупенин М.Т. Минерагения верхнедокембрийских блоков западного склона Южного и Северного урала // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2001. С. 91–93.
8. Курбацкая Ф.А. К вопросу о методике выделения осадочных формаций Западного Урала и металлогенической оценке их перспективности // Вестник Пермского университета. 1997. Вып. 4. Геология. С. 27–30.
9. Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т. и др. Систематика редкоземельных элементов и модельный возраст Nd в аргиллитах венда западного склона Среднего Урала // Докл. АН. 2005. Т. 401. № 5. С. 668–672.

10. Петров Г.А., Тристан Н.И., Николаев Н.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000, издание второе. Серия Среднеуральская. Лист О-40-ХVIII. Екатеринбург: ОАО УГСЭ, 1999. 275 с.

## **Некоторые черты сходства и различия углеродсодержащих сланцев зеленокаменных поясов КМА (на примере Старооскольского и Михайловского железорудных районов Центральной России)**

**Пономарева М.М., Боброва Е.М.**

Воронежский государственный университет, г. Воронеж

Курско-Воронежский регион располагается в пределах Воронежского кристаллического массива (ВКМ) – крупного сегмента Восточно-Европейской платформы, ограниченного структурами, заложившимися в рифее (Пачелмский и Днепровско-Донецкий авлакогены) и палеозое (Оршанская и Прикайспийская впадины). ВКМ состоит из двух мегаблоков Хоперского и Курского (КМА), которые разделены Лосевской шовной зоной. В пределах мегаблока КМА выделены два позднеархейских зеленокаменных пояса северо-западного простирания - Белгородско-Михайловский и Орловско-Тимской (рис.1). Пространственно сопряженные рифтогенные структуры раннего карелия с Белгородско-Михайловским зеленокаменным поясом характеризуются широким развитием осадочных пород (курская и оскольская серии) при ограниченной роли в их составе вулканитов. А рифтогенные структуры сопряженные с Орловско-Тимским поясом характеризуются преобладанием на ранних стадиях нижнепротерозойских терригенно-осадочных отложений (курская серия) и возрастающей ролью углеродистых вулканогенных и вулканогенно-осадочных (оскольская серия) с широким проявлением дифференцированных пикрит-толеитбазальт-трахибазальт-трахиандезитовых и бимодальных базальт-риолитовых вулканитов [2].

Старооскольский рудный район (Белгородская область) пространственно сопряжен с Орловско-Тимским зеленокаменным поясом. Типовым объектом является Лебединское месторождение. В данном районе выделяются два типа углеродистых сланцев. Среди курской серии - внутрирудные золото-платиносодержащие слюдяные и хлоритовые сланцы мощностью от 2-5 до 30-40м. Содержание углеродистого вещества в сланцах составляет 22,06% [3]. С ними ассоциирует комплекс рудных минералов (пирит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит). Оруденение характеризуется неравномерностью и приуроченностью внутрирудным углеродсодержащим сульфидизированным сланцам курской серии [4]. Наиболее значительные концентрации ЭПГ и Au локализованы преимущественно среди терригенно-углеродистой черносланцевой формации нижнетимской подсерии оскольской серии, перекрывающей курскую серию. Почти все углеродсодержащие сланцы в различной степени обогащены сульфидами (халькопирит, сфалерит, пентландит, пирротин, марказит, арсенипирит и др.). Исключения представляют разновидности пород, в которых сульфиды имеют отчетливо выраженный наложенный характер. Комплекс акцессорных минералов включает монацит, апатит, барит, перовскит, шеелит, бадделиит, сфен и др.

Кроме того, золото-платинометалльное оруденение приурочено к средне-низкотемпературным углеродистым метасоматитам по вулканитам и сланцам тимской свиты.

Михайловский рудный район (Курская область) пространственно сопряжен с Белгородско-Михайловским поясом. Типовым объектом распределения ЭПГ и Au в железистых кварцитах курской серии является Михайловское месторождение. Здесь выделяют два типа внутрирудных и надрудных углеродсодержащих черных сланцев [1]. Первый метаморфогенно-метасоматический, представленный стратиформными залежами, средняя мощность которых составляет около 78м, а протяженность до 70км: а) сульфидизированные контактовые зоны (Au=0,54-6,18; Pt=0,12-0,3; Pd=0,58-0,77 г/т) и б) внутрирудные углеродистые сланцы (Au=2,6-36,6; Ag=91,0-540,0; Pt=0,14-0,28; Pd= до 0,57 г/т) [4]. Содержание углеродистого вещества в сланцах состав-