

ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗОНЫ УРАЛТАУ

© В.И. Сначёв,

доктор геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией,
Институт геологии,
Уфимский научный центр РАН,
ул. К. Маркса, 16/2,
450077, г. Уфа, Российская Федерация,
эл. почта: SAVant@inbox.ru

В статье рассмотрено геологическое строение максютовского комплекса, развитого в южной части зоны Уралтау. Особое внимание уделено образованиям карамалинской и кайраклинской свит, в составе которых широко представлены углеродистые отложения (графитистые кварциты, слюдисто-графито-кварцевые сланцы). Интерес к черносланцевой формации в последнее время обусловлен тем, что она представляет собой информативный материал для реконструкции палеогеографических и физико-химических условий накопления углеродистых отложений, а также является благоприятной геохимической средой для накопления благородных и рудных металлов. Авторами на основе ряда общепринятых диаграмм показано, что черносланцевые отложения рассматриваемых свит относятся к низкоуглеродистому типу и принадлежат кремнисто-углеродистой и терригенно-углеродистой формациям. Палеогеографические условия накопления углеродистых кварцитов и сланцев максютовского комплекса в большинстве своем соответствуют относительно глубоководной части водного бассейна, и только отложения средней подсвиты кайраклинской свиты образовались в пределах мелководной его области. Анализ петрогеохимических диаграмм позволяет говорить о незначительной доле терригенного материала практически во всех углеродистых отложениях рассматриваемой территории, большая часть которого представлена продуктами размыва основных и ультраосновных пород.

В статье отмечается, что рудоносность черносланцевой формации максютовского комплекса довольно слабая и определяется двумя металлогеническими этапами, первый из которых характеризуется преобладанием седиментационных процессов, а второй проявился в период постседиментационной активизации региона. С первым из них связаны проявления фосфоритов, а со вторым – пирит-пирротин-халькопиритовое оруденение с повышенным содержанием золота.

Ключевые слова: зона Уралтау, углеродистые отложения, рудоносность, петрогеохимия, кайраклинская свита, карамалинская свита, метаморфизм, модуль, графитистые сланцы, благородные металлы

© V.I. Snachev

GEOLOGY, PETROGEOCHEMISTRY AND ORE-BEARING BLACK SHALE DEPOSITS OF THE SOUTHERN URALTAU ZONE

Institute of Geology,
Ufa Scientific Centre,
Russian Academy of Sciences,
16/2, ulitsa K. Marksa,
450077, Ufa, Russian Federation,
e-mail: SAVant@inbox.ru

This paper considers the geological structure of the Maksyutovo Complex developed in the southern part of the Uraltau zone. Particular attention is given to the entities of the Karamaly and Kayrakly Formations, which include widespread carbonaceous deposits (graphitic quartzites, mica-graphite-quartz schists). Interest shown in the black shale formation in recent years is due to the very important fact that it offers a very informative material to reconstruct paleogeographic and physicochemical accumulation conditions of carbonaceous deposits and represents a favourable geochemical environment for the accumulation of ore and noble metals. Based on a number of conventional diagrams, the author shows that black shale deposits of the formations in question are of a low-carbon type and belong to siliceous-carbon and carbon-terrigenous formations. Paleogeographic conditions for the accumulation of carbonaceous quartzites and shales of the Maksyutovo Complex correspond mainly to a relatively deep part of the sedimentary basin, and only deposits of the middle subformation of the Kayrakly Formation occur within its shallow area. Analysis of petrogeochemical diagrams suggests an insignificant proportion of terrigenous material in almost all carbonaceous deposits of the area under study, most of which is represented by water erosion products of basic and ultrabasic rocks.

The paper points out that the ore-bearing potential of the black shale formation of the Maksyutovo Complex is rather poor and depends on two metallogenic stages, the first of which is characterized by prevailing sedimentary processes while the second one manifested itself during the second period of the post-sedimentary activation in the region. The first stage is associated with phosphate occurrences, and the second stage deals with pyrite-pyrrhotine-chalcopyrite mineralization with high gold content.

Key words: Uraltau zone, carbonaceous deposits, ore-bearing potential, petrogeochemistry, Kayrakly Formation, Karamaly Formation, metamorphism, modulus, graphitic shales, noble metals

Образования максютовского комплекса широко развиты в южной и средней части Уралтауского мегантиклинория (см. рис. 1). Традиционно максютовский комплекс относится к среднему рифею и подразделяется на последовательно сменяющие друг друга галеевскую, кайраклинскую, юагузинскую и карамалинскую свиты, хотя на этот счет есть самые разные мнения [1]. В последнее время исследователи описывают Уралтауский мегантиклинорий как антиформу, образованную двумя тектоническими единицами [2; 3], к первой из которых отнесены галеевская и кайраклинская свиты, ко второй – юагузинская и карамалинская. Более того, Р. Хетцель [2] полагает, что первая (нижняя) единица имеет докембрийский возраст, а вторая (верхняя) – палеозойский. Углеродистые отложения известны только в кайраклинской и карамалинской свитах [4; 5], которые будут рассмотрены ниже.

Кайраклинская свита (R₂krk). Наиболее полные разрезы свиты описаны Д.Д. Криницким и В.М. Криницкой [6] в районе среднего течения р. Сакмары, где в ее составе выделены три подсвиты: нижняя (якуповская), средняя (аралбаевская) и верхняя (баракальская). Нижняя подсвита сложена метаосадочными породами – переслаивающимися слюдистыми кварцитами, графитистыми кварцитами, слюдисто-графито-кварцевыми и слюдисто-полевошпат-кварцевыми сланцами. Мощность ее 150–200 м. Средняя подсвита – метавулканогенно-осадочная, представлена зелеными сланцами актинолит-полевошпатового, эпидот-полевошпатового состава предположительно по основным эффузивам. Отмечаются маломощные прослои графитистых кварцитов и слюдисто-гра-

фит-кварцевых сланцев. Мощность подсвиты сильно изменчива и составляет от 50 до 200 м. Верхняя подсвита по набору литотипов весьма близка нижней; в ее составе преобладают слюдистые кварциты, переслаивающиеся с графитистыми кварцитами и слюдисто-графит-кварцевыми сланцами.

Трехчленное деление свиты устойчиво выдержано в пределах сводовых поднятий и крыльев антиклинальных структур, где в наиболее полных



Рис. 1. Геологическая схема зоны Уралтау. По А.А. Алексею [16], с изменениями автора:

1 – мезозойско-кайнозойские отложения; 2 – палеозойские отложения Зилаирского мегасинклинали и Тирлянской синклинали; 3 – палеозойские отложения Магнитогорского мегасинклинали; 4 – аршинская свита Тирлянской синклинали; 5 – рифей Башкирского мегантиклинория; 6 – белекейская, акбиикская, укшук-арвякская и мазаринская свиты суваянского комплекса; 7 – миндякская, курташская и уткальская свиты суваянского комплекса; 8 – максютовский комплекс; 9 – палеозойские ультрабазиты; 10 – геологические границы; 11 – контур Новоусмановской площади; 12 – разрез углеродистых отложений по трассе Белорецк-Магнитогорск (вне масштаба); 13 – цифры в кружках: 1 – Главный Уральский разлом, 2 – Янтышевско-Юлукский разлом

ее разрезах среди слюдисто-графит-кварцевых сланцев можно наблюдать линзы мраморизованных известняков и небольшие тела габбро и серпентинитов. От согласно подстилающей ее галеевской свиты кайраклинские отложения надежно отличаются широким развитием графитистых разновидностей пород, а также присутствием магматических образований основного и ультраосновного состава.

Карамалинская свита (R₂krm). Типовые разрезы отложений свиты известны в бассейнах рек Крепостной Зилаир и Сакмара, где они могут быть подразделены на четыре подсвиты [6].

Сводный состав первой (нижней) подсвиты включает в себя графитистые кварциты, слюдисто-кварцевые и графит-кварцевые сланцы при явном преобладании последних. В верхней части разреза среди парасланцев отмечаются небольшие пластовые тела ортопород. Мощность отложений 200–300 м. Вторая подсвита существенно ортосланцевая, в ней большим распространением пользуются слюдисто-хлорит-альбитовые, актинолит-хлорит (эпидот)-альбитовые, биотит-хлорит-альбитовые, альбит-хлоритовые, кварц-альбитовые и другие разновидности пород, представляющие, очевидно, продукты метаморфизма магматических образований преимущественно основного состава. Мощность подсвиты 200 м. Третья подсвита мощностью 350 м сложена парасланцами кварцевого и слюдисто-кварцевого состава, содержащими в том или ином количестве примесь графитистого материала. Четвертая подсвита, завершающая разрез максютовского комплекса, представлена преимущественно ортосланцами эпидот-альбит-хлоритового, кварц-биотит-альбитового, слюдисто-кварцевого состава, образовавшимися по основным и кислым эффузивам. Среди них выделяются отдельные прослои графитистых кварцитов. Мощность отложений 250 м.

Интерес к углеродистым отложениям в последнее время обусловлен несколькими причинами: во-первых, они представляют собой весьма информативный материал для реконструкции палеогеографических и физико-химических условий их накопления, а, во-вторых, они являются благоприятной геохимической средой для первичного накопления многих промышленно важных элементов. При определенных условиях, особенно в областях проявления магматизма, зонального метаморфизма и тектонической активности, углероди-

стые породы могут концентрировать в себе крупные залежи благородных, редких металлов, ванадия, марганца. В частности, новые объекты золота и вольфрама выявлены в черносланцевых породах машакской и зигазино-комаровской свит Башкирского поднятия [7; 8], Арамильско-Сухтелинской зоны [9], Магнитогорской мегазоны [10].

Геохимические и палеогеографические особенности углеродистых отложений. В ходе проведения работ по геологической съемке масштаба 1:200 000 в пределах листа N-40-XXXIV (Зилаир) нами изучались углеродистые отложения максютовского комплекса южной части Уралтауского антиклинория.

Банк анализов включает 113 силикатных (выполнены в Институте геологии Уфимского научного центра РАН), 5 редкоземельных элементов (Центральная лаборатория анализа вещества Института геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН и 8 определений C_{орг} (количественный химический анализ, Аналитический сертификационный испытательный центр Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья имени Н.М. Федоровского (АСИЦ, ВИМС)).

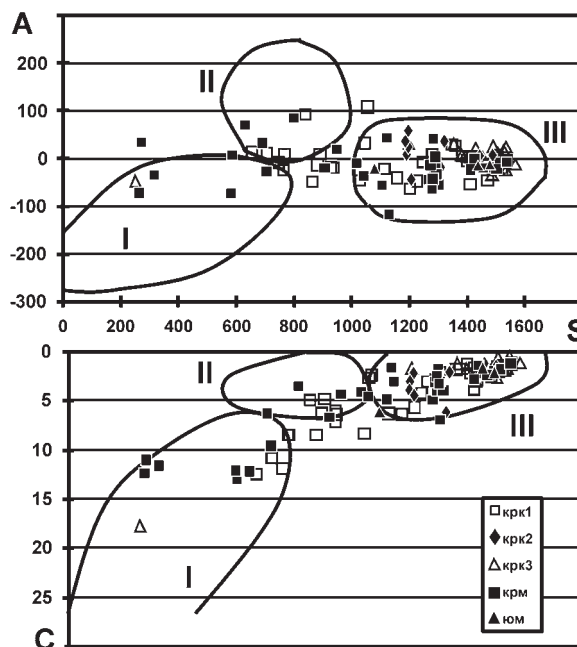


Рис. 2. Типизация углеродистых отложений с помощью диаграммы О.В. Горбачева, Н.А. Созинова [11]: крк1, крк2, крк3 – первая, вторая и третья подсвиты кайраклинской свиты; крм – карамалинская свита, юм – юагузинская свита. Поля формаций: I – карбонатно-углеродистая; II – терригенно-углеродистая; III – кремнисто-углеродистая

Для определения формационной принадлежности черносланцевых отложений южной части зоны Уралтау использовалась диаграмма А-S-C [11] (см. рис. 2). Большинство значений углеродистых отложений, вынесенных на диаграмму, расположились в поле кремнисто-углеродистой формации или на ее границе с терригенно-углеродистой формацией, что говорит о выдержанности их химического состава на всей рассматриваемой территории. Обратная корреляция между параметрами А и S, а также С и S указывает, во-первых, на биохомогенный и вулканогенный источник кремнезема, но не терригенный его привнос, а во вторых, на независимые источники кремнезема и карбоната. Ситуация, при которой наблюдается резкий дефицит СаО и избыток SiO₂, присуща для активно прогибающихся дистальных частей бассейнов.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Известно [11], что основным индикатором удаленности бассейна седиментации от береговой линии является примесь терригенного материала, величину которой можно получить из анализа диаграммы А-S-C. Так, чем ближе влево смещены точки в пределах выделенных полей формаций, тем больше терригенного материала в осадках. На рисунке 2 хорошо видно, что большинство точек занимают крайнее правое положение и только незначительно количество анализов углеродисто-глинистых и углеродисто-серицитовых сланцев расположены в левой и центральной частях поля кремнисто-углеродистой формации.

Содержание углеродистого вещества в черных сланцах максютовского метаморфического комплекса по визуальным оценкам А.А. Алексеева (1978) составляет 1,5–3,0%; в максимально обогащенных углеродом разновидностях может достигать 10% и более. Собственные результаты анализа 8 образцов (2,53–3,22% C_{орг}) показывают, что кремнисто-углеродистые сланцы относятся к низкоуглеродистому типу.

В анализах кремнистых сланцев рассматриваемой территории почти 100% углерода составляет C_{орг}, на долю CO₂ приходятся ничтожные значения, что в совокупности с низкими значениями параметра С (среднее 2,1) (см. рис. 2) и отсутствием карбонатов в разрезах говорит о специфичности условий осадконакопления. Образование подобных отложений возможно только на глубинах ниже уровня кар-

бонатной компенсации (в современных океанических структурах – от 3 500 м до 6 000 м) [12].

Для интерпретации состава кремнисто-углеродистых отложений использовались стандартные петрохимические параметры (модули), рассчитываемые по силикатным анализам [13].

Гидролизатный модуль ($GM = (TiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + FeO + MnO)/SiO_2$). По значениям гидролизатного модуля (от 0,01 до 0,168) все кремнисто-углеродистые отложения относятся к типу силиты, классу гипосилиты, а 52% из них даже к подклассу ультраэвсилитов (см. рис. 3), что указывает на незначительный привнос в бассейн осадконакопления продуктов выветривания с континента.

Алюмокремниевый модуль ($AM = Al_2O_3/SiO_2$). Абсолютное большинство анализов показывает, что углеродистые отложения относятся к гипоглиноземистым породам. Наиболее информативным является отношение гидролизатного и алюмокремниевого модулей (рис. 3). Максимальное отклонение от линии тренда наблюдается для точек составов отложений восточной части зоны Уралтау, что говорит об увеличении доли вулканического материала в общем объеме примесей с запада на восток.

При анализе изменений значений параметров S и AM отчетливо видно, что количество терригенного материала, поступающего в бассейн седиментации, было разным. Так, наибольшее его количество фиксируется в осадках средней подсветы кайраклинской свиты, для нее характерны минимальные значения параметра S и максимальные – параметра AM, а также наибольшие значения параметра С (среднее 3,0). Все эти факторы, в совокупности

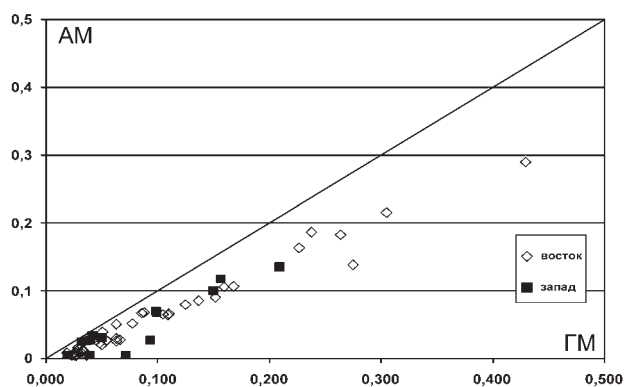


Рис. 3. Диаграмма соотношения гидролизатного и алюмокремниевого модулей для кремнисто-углеродистых отложений

с геологическими данными (наличие редких линз известняков в разрезе), позволяют говорить об относительной мелководности бассейна в этот период.

Наименьшее количество терригенного материала характерно для отложений верхней подсвиты кайраклинской свиты. Здесь отчетливо фиксируется поле с высокими значениями параметра S и минимальными AM и C (среднее 1,64), что говорит о наибольшей глубоководности бассейна в это время.

Тройная петрохимическая диаграмма Н.П. Семененко и др. [14]. Вынесенные на нее кремнисто-углеродистые сланцы показывают, что соотношение основных петрогенных окислов терригенной примеси в подавляющем большинстве соответствует основным и ультраосновным породам (рис. 4).

Рудоносность черносланцевых отложений зоны Уралтау специально ранее не изучалась. Исходя из общего строения структурно-вещественных комплексов и их геохимической специализации можно допустить, что в истории развития этого региона было как минимум два крупных металлогенических этапа.

Для *первого из них* характерно преобладание седиментационных процессов при подчи-

ненной роли магматизма. В углеродистых осадках этого этапа накапливались в надкларковых количествах ванадий, фосфор, золото, вольфрам и молибден, образуя обогащенные стратифицированные минеральные зоны, локализованные на различных уровнях разреза максютовского комплекса [7; 15].

Ванадий, фосфор. Типичными примерами раннего седиментационного этапа накопления рудных компонентов в углеродистых отложениях зоны Уралтау могут служить ванадиеносные и фосфатеносные черносланцевые образования максютовского комплекса.

По данным А.А. Алексеева [16], в графитистых кварцитах и графито-кварцевых сланцах кайраклинской и карамалинской свит концентрации ванадия составляют от 800 до 5 000 г/т. При кларке ванадия в черных сланцах около 200 г/т [13] такие содержания можно отнести к резко аномальным или рудогенным. Примечательно, что аномальное обогащение ванадием графитистых пород носит выдержанный характер. Это позволило выделить в максютовском комплексе ванадиеносную графито-кварцито-сланцевую формацию [16]. Автором отмечается прямая зависимость содержаний ванадия в черных сланцах от концентраций

в них органического вещества, что указывает на седиментационную природу этого элемента. Его реальным поставщиком в осадок, по аналогии с другими подобными объектами, могли быть твердые обломочные частицы терригенного или вулканогенного материала основных пород, что хорошо согласуется с наличием в максютовском комплексе горизонтов ортосланцев базитового состава. К этому необходимо добавить обогащенность ванадиеносных графитистых сланцев надкларковыми количествами молибдена, марганца, серебра, золота, которые в последующий металлогенический этап могли быть регенерированы и служить дополнительным источником металлов для объектов, связанных с тектоно-магматической активизацией региона.

В южной части зоны Уралтау от верховьев р. Сакмары на севере до р. Губерля на юге слюдисто-графито-кварцевые сланцы и графитистые кварциты кайраклинской и карамалинской свит содержат многочисленные фосфатопоявления с концентрациями P_2O_5 от 0,5 до 17% [17]. Основной носитель фосфора — тонкодисперсные

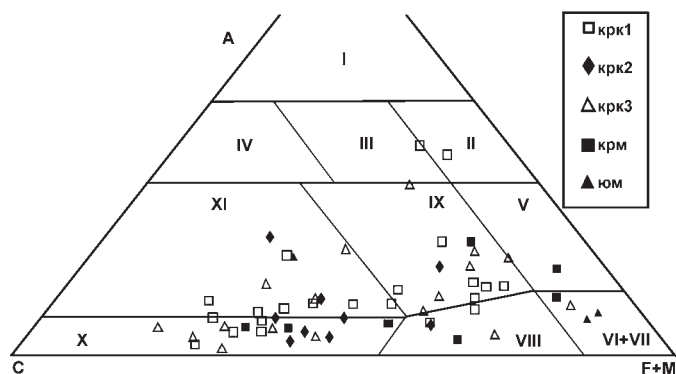


Рис. 4. Разделение кремнисто-углеродистых сланцев на петрохимической диаграмме Н.П. Семененко и др. [14]: Поля: I – подгруппы собственно алюмосиликатных пород; II – подгруппы железисто-магнезиально-алюмосиликатных пород; III – подгруппы щелочноземельно-алюмосиликатных пород орторяда; IV – подгруппы известково-алюмосиликатных пород; группы глиноземисто-магнезиально-железисто-кремнистых пород; VI – группы железисто-кремнистых пород; VII – группы магнезиальных ультраосновных пород орторяда; VIII – группы щелочноземельно-малоглиноземистых ультраосновных пород орторяда; IX – группы щелочноземельно-глиноземистых основных пород орторяда; X – известково-карбонатной подгруппы щелочноземельно-известкового ряда; XI – глиноземисто-известковой подгруппы щелочноземельно-известкового ряда

Примечание – Обозначения свит и подсвит см. на рис. 2.

и скрытокристаллические выделения апатита в графит-слюдяной массе, а также сферические обособления апатита, первоначально представлявшие, по-видимому, кремнисто-углеродистые осадочные конкреции. Седиментационная природа фосфатных проявлений подчеркивается пластовой формой их залегания, а также стратифицированностью и выдержанностью на большой площади.

Второй этап металлогенического развития охватывал период постседиментационной активизации этого региона, сопровождавшейся заложением и подновлением разрывных нарушений, динамотермальным преобразованием углеродистых пород и содержащейся в них ранней минерализации, ее ремобилизацией и образованием метаморфогенного оруденения. Этому режиму соответствуют рудно-метаморфические системы, типичные для активизированных областей, включающие медное (пирит-пирротин-халькопиритовое), редкометальное и золотое оруденение.

Наиболее показательными объектами этого этапа металлогенического развития зоны Уралтау являются несколько небольших месторождений сульфидных руд, объединяемых в Юлукскую группу (Юлук, Гумерово). Геологическая позиция и состав оруденения этих объектов подробно изучены в результате геолого-съёмочных работ последних лет. Анализ полученных материалов позволяет нам относить Юлукскую группу месторождений к единой полиметалльно-пиррогиновой формации.

Благородные металлы. Определения золота, серебра, платины, палладия, родия, иридия, осмия, рутения в углеродистых сланцах кайраклинской, юагузинской и карамалинской свит максютовского комплекса выполнены нами в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ; Москва) химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте «Полиоргс-4». Нижние пределы количественных определений Os, Ru – 0,004 г/т; Au, Ag – 0,01 г/т; Pt, Pd – 0,05 г/т; Rh – 0,02 г/т; Ir – 0,002 г/т, а также для проверки полученных результатов – нейтронно-активационным методом 5 проб углеродистых сланцев только на золото (нижний предел обнаружения – 0,01 г/т). Все пробы углеродистых сланцев интенсивно окварцованы, сульфидизированы, тектонически проработаны.

По данным Я.Э. Юдовича, М.П. Кетрис [13], существует два предварительных признака возможной платиноносности черных сланцев – аномалии по никелю и молибдену. Проведенное нами изучение углеродистых отложений на W и Mo (8 проб) в АСИЦ ВИМС (рентгеноспектральный флуоресцентный метод) показало наличие в них вольфрама и молибдена в пределах кларка, соответственно 1,0–1,7 и 1,1–1,4 г/т, что не позволяет надеяться на выявление в них платиноидов. Так оно и получилось.

Результаты количественных определений благородных металлов в углеродистых сланцах карамалинской и кайраклинской свит довольно скромные. Все значения элементов группы платины находятся ниже предела чувствительности метода и не представляют интереса для дальнейшей интерпретации. Определенные перспективы на поисковые работы можно связывать лишь с золотом, содержания которого в проанализированных пробах находятся в основном в пределах 10–44 мг/т, т.е. аномалии и сильной аномалии. Лишь одна проба, отобранная в средней (аралбаевской) подсвите кайраклинской свиты в верховьях р. Карамалы близ пос. Вознесенский, показала значение золота в 240 мг/т, что соответствует рудогенной аномалии и указывает на определенные перспективы рассматриваемых отложений на поиски в них золота.

Анализ проб сульфидизированных углеродистых сланцев, отобранных на рудных объектах Юлук и Гумерово, показал довольно высокие и стабильные значения золота в пределах 0,56–0,85 г/т, что указывает на хорошие перспективы указанных месторождений при дальнейшей их оценки на золото.

Выводы. Изучение углеродистых отложений южной части зоны Уралтау показало:

1. Черносланцевые отложения максютовского комплекса относятся к низкоуглеродистому типу и очень компактно попадают в поля кремнисто-углеродистой и терригенно-углеродистой формации, что говорит о выдержанности их химического состава на всей рассматриваемой территории.

2. Палеогеографические условия накопления углеродистых отложений в пределах рассматриваемой площади были неоднородными. Наибольшее количество терригенной и вулканогенной примеси отмечается в составе отложений средней подсвиты кайраклинской

свиты, что в совокупности с повышенной карбонатностью и присутствием в разрезе известняков свидетельствует о мелководных условиях их образования и близости береговой линии. Наибольшей химической чистотой и относительной глубоководностью характеризуются отложения верхней подсвиты кайраклинской свиты.

3. Рудоносность углеродистой формации определялась двумя металлогеническими этапами. Для первого из них характерно преобладание седиментационных процессов при

подчиненной роли магматизма. Второй этап охватывал период постседиментационной активизации региона, сопровождающийся заложением и подновлением разрывных нарушений, динамотермальным преобразованием углеродистых пород и содержащейся в них минерализации, ее ремобилизацией и образованием метаморфогенного оруденения. С первым из них связаны проявления фосфоритов, а со вторым — пирит-пирротин-халькопиритовое оруденение с повышенным содержанием золота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыкус М.В., Сначев В.И., Бажин Е.А. Анорогенные граниты западного склона Южного Урала: состав, петрогенезис, минерогения // Нефтегазовое дело. Электронный науч. журнал. 2011. № 5. С. 282–301.
2. Hetzel R. Geology and geodynamic evolution of the high-P/low-T Maksytov complex, southern Urals, Russian // *Geol Rundsch.* 1999, vol. 87, pp. 577–588.
3. Пучков В.Н. Геология Урала и Предуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
4. Рыкус М.В., Сначев В.И., Сначев А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков: Мат-лы Респ. науч.-практ. конф. Уфа: Тау, 2000. С. 179–191.
5. Рыкус М.В., Андреев Н.И., Муркин В.П., Маслов А.В., Сначев В.И. Углеродистые отложения докембрия Южного Урала. Препринт. Уфа: Ин-т геологии Уфимского науч. центра РАН, 2005. 40 с.
6. Крицкий Д.Д., Крицкая В.М. Новые данные о стратиграфии метаморфических образований зоны Уралтау / Тр. Южно-Урал. геол. упр. 1958. № 4 (6). С. 33–36.
7. Сначев В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В. Рудоносность углеродистых отложений северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2007. № 6. С. 227–232.
8. Ардисламов Ф.Р., Савельев Д.Е., Сначев А.В., Пучков В.Н. Геология машакской свиты Ямантауского антиклинория (Южный Урал). Уфа: ДизайнПресс, 2013. 216 с.
9. Сначев А.В., Рыкус М.В., Сначев В.И. Благородные металлы в углеродистых отложениях южной

части Арамильско-Сухтелинской зоны // Геологический сб. Информ. материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2003. № 3. С. 180–185.

10. Сначев А.В., Сначев В.И., Рыкус М.В. Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. 2010. Т. 8. № 2. С. 11–20.

11. Горбачев О.В., Созинов Н.А. Некоторые петрохимические и геохимические аспекты типизации углеродистых отложений докембрия // Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 10. М.: Наука, 1985. С. 46–57.

12. Страхов Н.М. Гидродинамический механизм распределения Corg , SiO_2 и CaCO_3 в океаническом осадконакоплении // Литология и полезные ископаемые, 1978, №1.

13. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Химическая классификация осадочных горных пород. Сыктывкар: Коми фил. АН СССР, 1986. 34 с. (Сер. препр. «Науч. докл.»; Вып. 148).

14. Семенов Н.П., Головкин Н.И., Жуков Г.В. Петрография железисто-кремнистых формаций Украинской ССР: Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 215 с.

15. Сначев В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В. Рудоносность конгломератов и углеродистых отложений северной части Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Труды Южно-Уральского государственного заповедника. Уфа, 2008. С. 198–210.

16. Алексеев А.А. О распространенности ванадия в осадочно-метаморфических породах зоны Уралтау / Минералого-геохимические особенности колчеданных месторождений, вулканогенных и осадочных образований Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1978. С. 56–59.

17. Аксёнов Е.М., Волков Б.И., Евлентьев И.В. Метаморфизм докембрийских вулканогенно-кремнистых комплексов Урала и их фосфатность / Метаморфогенное рудообразование: тезисы докладов. Апатиты, 1979. С. 44–45.

REFERENCES

1. Rykus M.V., Snachev V.I., Bazhin E.A. Anorogennyye granity zapadnogo sklona Yuzhnogo Urals: sostav, petrogenezis, minerogeniya [Anorogenic granites on the western slope of the South Urals: Composition,

petrogenesis, minerogeny]. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal. Neftgazovoe delo – Online Scientific Journal Oil and Gas Business*, 2011, no. 5, pp. 282–301 (In Russian).

2. Hetzel R. Geology and geodynamic evolution of the high-P/low-T Maksytov complex, southern Urals, Russia. *Geol. Rundsch.*, 1999, vol. 87, pp. 577–588.

3. Puchkov V.N. Geologiya Urala i Preduralya (aktualnye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and the Ural Region] (topical issues on stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa, DizaynPoligrafServis, 2010, 280 p. (In Russian).

4. Rykus M.V., Snachev V.I., Snachev A.V. Zoloto v disloktirovannykh uglerodistykh tolshchakh paleokontinentalnogo sektora Yuzhnogo Urala [Gold in dislocated carbonaceous strata of the paleocontinental sector of the South Urals]. Geologicheskaya sluzhba i gornoe delo Bashkortostana na rubezhe vekov [Geological survey and mining industry of Bashkortostan at the turn of the century]. Proceedings of the Republican Science and Research Conference. Ufa, Tau, 2000, pp. 179–191 (In Russian).

5. Rykus M.V., Andreev N.I., Murkin V.P., Maslov A.V., Snachev V.I. Uglerodistykh otlozheniya dokembriya Yuzhnogo Urala [Precambrian carbonaceous deposits of the South Urals]. Preprint. Ufa, IG UNTs RAN, 2005. 40 p. (In Russian).

6. Krinitskiy D.D., Krinitskaya V.M. Novye dannye o stratigrafii metamorficheskikh obrazovaniy zony Uraltau [New data on stratigraphy of metamorphic units in the Uraltau zone]. Trudy Yuzhno-Uralskogo geologicheskogo upravleniya – Proceedings of the South Ural Geological Survey, 1958, no. 4 (6), pp. 33–36 (In Russian).

7. Snachev V.I., Puchkov V.N., Savelyev D.E., Moseychuk V.M., Snachev A.V., Shiyanova A.A., Rykus M.V. Rudonosnost uglerodistykh otlozheniy severnoy poloviny Mayardakskogo i Yamantauskogo antiklinoriev [Ore-bearing potential of carbonaceous deposits in the northern Mayardak and Yamantau Anticlinoria]. Collected papers in geology. IG UNTs RAN. Ufa, DizaynPoligrafServis, 2007, no. 6, pp. 227–232 (In Russian).

8. Ardislamov F.R., Savelyev D.E., Snachev A.V., Puchkov V.N. Geologiya mashakskoy svity Yamantauskogo antiklinoriya (Yuzhnyy Ural) [Geology of the Mashak Formation of the Yamantau Anticlinorium]. Ufa, Dizayn-Press, 2013. 216 p. (In Russian).

9. Snachev A.V., Rykus M.V., Snachev V.I. Blagorodnye metally v uglerodistykh otlozheniyakh yuzhnoy chasti Aramilsko-Sukhtelinskoy zony [Noble metals in the carbonaceous deposits of the southern part of the Aramil-Sukhtelya area]. Collected papers in geology. IG UNTs RAN. Ufa, DizaynPoligrafServis, 2003, no. 3, pp. 180–185 (In Russian).

10. Snachev A.V., Snachev V.I., Rykus M.V. Perspektivy rudonosnosti uglerodistykh otlozheniy zapadnogo obramleniya Suundukskogo granitnogo massiva [Prospects for ore-bearing potential of carbonaceous deposits along the western margin of the Suunduk granite mas-

sif]. Neftegazovoe delo – Oil and Gas Business. 2010, vol. 8, no. 2. pp. 11–20 (In Russian).

11. Gorbachev O.V., Sozinov N.A. Nekotorye petrokhimicheskie i geokhimicheskie aspekty tipizatsii uglerodistykh otlozheniy dokembriya [Some petrochemical and geochemical aspects in typification of Precambrian carbonaceous deposits]. Problemy osadochnoy geologii dokembriya [Problems of Precambrian sedimentary geology]. Issue 10. Moscow, Nauka, 1985, pp. 46–57 (In Russian).

12. Strakhov N.M. Gidrodinamicheskiy mekhanizm raspredeleniya Corg, SiO₂ i CaCO₃ v okeanicheskom osadkonakoplenii [Hydrodynamic mechanism of Corg, SiO₂ and CaCO₃ distribution in oceanic sedimentary deposition]. Litologiya i poleznye iskopaemye – Lithology and Mineral Resources, 1978, no. 1, pp. 19–27 (In Russian).

13. Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Khimicheskaya klassifikatsiya osadochnykh gornykh porod [Chemical classification of sedimentary rocks]. Syktyvkar, Komi filial AN SSSR, 1986. 34 p. (In Russian).

14. Semenenko N.P., Golovko N.I., Zhukov G.V. Petrografiya zhelezisto-kremnistykh formatsiy Ukrainskoy SSR [Petrography of iron siliceous units in the Ukrainian SSR]. Kiev, AN USSR, 1956. 215 p. (In Russian).

15. Snachev V.I., Puchkov V.N., Savelyev D.E., Moseychuk V.M., Snachev A.V., Shiyanova A.A., Rykus M.V. Rudonosnost konglomeratov i uglerodistykh otlozheniy severnoy chasti Mayardakskogo i Yamantauskogo antiklinoriev [Ore-bearing potential of conglomerates and carbonaceous deposits in the northern Mayardak and Yamantau Anticlinoria]. Trudy Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo zapovednika [Proceedings of the South Ural State Nature Reserve]. Ufa, 2008, pp. 198–210 (In Russian).

16. Alekseev A.A. O rasprostranennosti vanadiya v osadochno-metamorficheskikh porodakh zony Uraltau [On the abundance of vanadium in sedimentary metamorphic rocks of the Uraltau zone]. Mineralogo-geokhimicheskie osobennosti kolchedannykh mestorozhdeniy, vulkanogennykh i osadochnykh obrazovaniy Yuzhnogo Urala [Mineralogical and geochemical features of massive sulphide deposits, volcanic and sedimentary units of the South Urals]. Ufa, BFAN SSSR, 1978, pp. 56–59 (In Russian).

17. Aksenov E.M., Volkov B.I., Evlentyev I.V. Metamorfizm dokembriyskikh vulkanogenno-kremnistykh kompleksov Urala i ikh fosfatonosnost [Metamorphism of Precambrian volcanic siliceous complexes of the Urals and their phosphate-bearing potential]. Metamorfogennoe rudoobrazovanie [Metamorphogenic mineralization]. Apatity, 1979, pp. 44–45 (In Russian).