

УДК 553.434:551.243(470.54)

Е. А. Данилова (ИГФ УрО РАН, ИГГ УрО РАН)

МЕДИСТЫЕ ПЕСЧАНИКИ СВЕРДЛОВСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ МЕГАСТРУКТУРЫ

Описано геологическое строение месторождений медистых песчаников Пермского, Вятско-Камского, Башкирского и Оренбургского рудных районов восточной части Русской платформы и Западного Приуралья. Отмечено, что медная минерализация в пределах одного района одновременно может затрагивать отложения, образованные в морских, лагунно-морских и континентальных условиях. Также может наблюдаться ее локальное «перемещение» выше по разрезу. Омоложение «медистых песчаников» фиксируется и в региональном плане в юго-западном направлении по кольцевым блокам Свердловской радиально-концентрической структуры диаметром более 2400 км, выявленной по структурно-тектоническим и геоморфологическим данным. Оруденение неоднородно ни по разрезу, ни по простиранию. Развитие медных руд находится в обратной зависимости от степени загипсованности пород. Наиболее высокие содержания меди приурочены к нижним частям продуктивных горизонтов. Сделан вывод о том, что залежи медных песчаников – это возможный результат вертикальной миграции глубинных гидротермальных растворов по неотектоническим нарушениям во время формирования Свердловской мегаструктуры в альпийскую фазу тектогенеза. Рекомендовано продолжить исследования по выявлению, картированию ее секториальных блоков и изучению связанных с ними месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: рудопроявление меди, радиально-концентрическая структура, соляная тектоника, глубинный разлом, неотектоническое разрывное нарушение, нефтегазоносность, вертикальная миграция, гидротермальный раствор.

Е. А. Danilova (IG UB RAS, IGG UB RAS)

COPPER SANDSTONES OF THE SVERDLOVSK CIRCULAR MEGASTRUCTURE

The paper describes the geological structure of the copper sandstone deposits of the Perm, Vyatka-Kama, Bashkir, and Orenburg ore regions in the eastern part of the Russian Platform and the Western Urals. It is noted that copper mineralization within a single area can simultaneously affect sediments formed in marine, lagoonal-marine, and continental conditions. Its local movement upsection is also observed. The rejuvenation of copper sandstones is also recorded regionally in the southwestern direction along the circular blocks of the Sverdlovsk radial-concentric structure with a diameter of more than 2400 km, identified from structural, tectonic, and geomorphological data. Mineralization is heterogeneous both in section and along strike. Copper ores are developed inversely to the rocks gypsification. The highest copper contents are confined to the lower parts of productive horizons. It is concluded that copper sandstone deposits are a possible result of vertical migration of deep hydrothermal solutions along neotectonic faults during the Sverdlovsk megastructure formation in the Alpine phase of tectogenesis. It is recommended to continue research to identify and map its sectorial blocks and study associated mineral deposits.

Keywords: copper ore occurrence, radial-concentric structure, salt tectonics, deep fault, neotectonic fault, oil and gas potential, vertical migration, hydrothermal solution.

Для цитирования: Данилова Е. А. «Медистые песчаники» Свердловской кольцевой мегаструктуры // Региональная геология и металлогения. – 2024. – № 98. – С. 32–40.

Введение. Около 2800 месторождений медистых песчаников насчитывается в восточной части Русской платформы и в Западном Приуралье [1; 6] (рис. 1). Рудопроявления сосредоточены в пестроцветных, красноцветных и сероцветных песчаниках, гравелитах, известняках, глинистых сланцах, глинах, конгломератах уфимско-татарского возраста. Странники осадочной гипотезы генезиса медистых песчаников (Р. И. Мурчисон, В. Л. Малютин, В. А. Гаряинов, В. П. Твердохлебов, Л. Ф. Наркелюн, И. С. Яговкин, А. Д. Архангельский, В. А. Обручев, А. М. Лурье и др.), оце-

нивая их близость к Уралу, считали, что медь сносилась с Урала с осадками или в растворенном виде из разрушающихся медно-колчеданных месторождений. Месторождения имеют пластовую и линзовидную форму залежей, субгоризонтальное или слабонаклонное залегание рудных тел, многоярусное строение продуктивных толщ, широкое площадное распространение и нередкую приуроченность к соляным структурам [8; 17]. Этим они, по нашему мнению, схожи с месторождениями углеводородов (УВ) Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, территориально вклю-

чающей область распространения месторождений «медистых песчаников» [3].

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция – один из старейших нефтегазодобывающих районов России, расположенный в пределах восточной части Русской платформы и Предуралья. Ее структурно-тектоническое строение хорошо изучено геофизическими работа-

ми, в том числе сейсморазведкой. Это позволило исследователям с большой точностью выделить основные ее тектонические элементы [15] (рис. 1). На наш взгляд, геометрия основных крупных поднятий, седловин и впадин восточной части Русской платформы, а также их расположение и сочетание могут отображать каркасные элементы юго-западной части очень крупной радиально-концентриче-

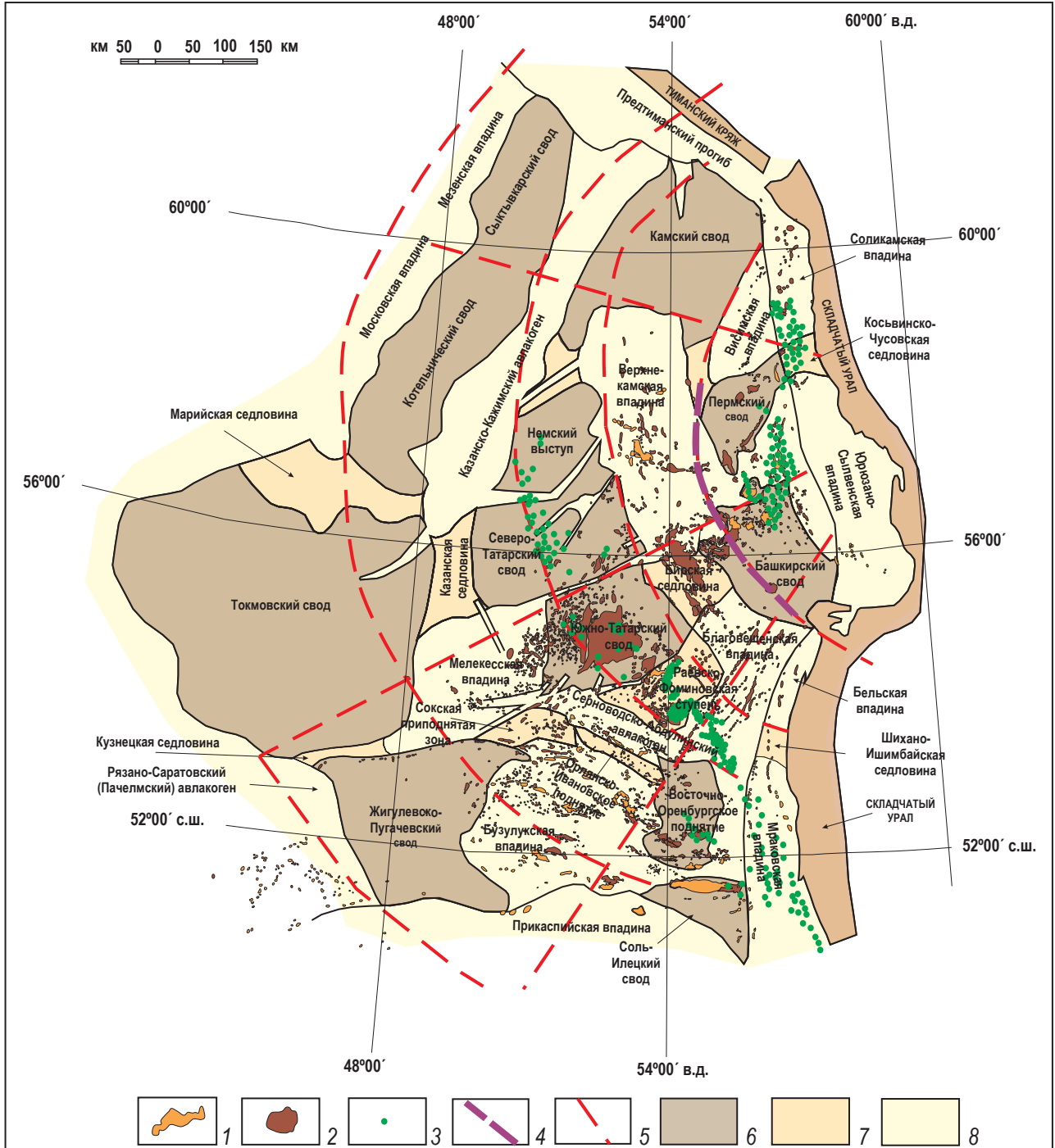


Рис. 1. Тектоническое строение Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (по [13], с изменениями и дополнениями)
 1–2 – месторождения: 1 – газоконденсатные, 2 – нефтяные; 3 – месторождения «медных песчаников»; 4 – контур Свердловской РКС, по [5]; 5 – предполагаемые тектонические нарушения Свердловской РКС; 6 – тектонические своды, по [13]; 7 – тектонические седловины, по [13]; 8 – тектонические впадины, по [13]

ской структуры (РКС), генезис которой может быть связан с воздействием глубинных потоков тепла, флюидов и высокого давления [2; 5] (рис. 1).

Ее центральный кольцевой блок совпадает с контуром Свердловской РКС, выявленной нами по структурно-тектоническим и геоморфологическим данным в 2021–2022 гг. [5], в дальнейшем это наименование и будем использовать при обобщении данной мегаструктуры (рис. 1).

На рис. 1 видно, что медные залежи далеко не всегда приурочены к складчатым сооружениям, но имеют некоторое отношение к кольцевым блокам юго-западной части Свердловской РКС, что скорее подтверждает версию о телетермальном генезисе меди (Е. М. Люткевич, 1950, 1958 гг.) [17]. Месторождения меди могли возникнуть в связи с воздействием на породы осадочного чехла глубинных потоков тепла и флюидов по кольцевым и радиальным разломам мегаструктуры.

Целью представленной работы было обобщить и проанализировать данные о геологическом строении месторождений «медистых песчаников» восточной части Русской платформы и Западного Приуралья, выявить возможную связь их образования с формированием Свердловской РКС.

Тектоническое строение юго-западной части Свердловской РКС. В тектоническом строении территории юго-восточной части Свердловской РКС прослеживается пять кольцевых блоков [13], разделенных предполагаемыми тектоническими нарушениями (рис. 1).

Внутренняя зона РКС (центральный кольцевой блок) представлена Пермским, Башкирским сводами, Висимской впадиной, Соликамской и Юрюзано-Сылвенской впадинами Предуральского краевого прогиба. В южной части этой зоны наблюдается причудливый изгиб и сдвиг в восточном направлении складчатого Урала (рис. 1). Предполагаемый нами кольцевой разлом практически совпадает с Камско-Бельским авлакогеном в восточной части Русской платформы [14].

Второй кольцевой блок включает Камский свод, Верхнекамскую, Благовещенскую и Бельскую впадины в Предуральском краевом прогибе (рис. 1).

Третий кольцевой блок представлен Немским выступом, Северо-Татарским, Южно-Татарским сводами, Раевско-Фоминовской ступенью, Шихано-Ишимбайской седловиной в Предуральском краевом прогибе (рис. 1). Предполагаемые концентрические тектонические нарушения второго и третьего блоков частично совпадают с Абдулинским и Кировским авлакогенами [14].

Четвертая кольцевая зона условно включает Московскую впадину, Сыктывкарский, Котельнический своды, Казанско-Кажмиский авлакоген, Казанскую седловину, Мелекесскую впадину, Серноводско-Абдулинский авлакоген, Сокскую приподнятую зону, Орлянско-Ивановское, Восточно-Оренбургское поднятия и северную часть Бузулукской впадины (рис. 1).

Пятый, внешний кольцевой блок менее разбит и представлен крупными Токмовским, Жигулевско-

Пугачевским сводами, Марийской и Кузнецкой седловинами (рис. 1). Солигалический и Пачелмский авлакогены [14] частично совпадают с четвертым и пятым предполагаемыми концентрическими разломами Свердловской мегаструктуры.

Внутри каждой кольцевой зоны можно также заметить некоторые особенности расположения и сочетания поднятий и впадин. Границы между ними, вероятно, в большинстве случаев совпадают с предполагаемыми нами радиальными разломами РКС (рис. 1).

Свердловская РКС имеет диаметр более 2400 км. В тектоническом плане, вероятно, включает восточную часть Русской платформы, складчатый Урал и западную часть Западно-Сибирской плиты, а значит является довольно молодой. О современной геодинамической активности Свердловской РКС свидетельствуют приуроченные к внутреннему ее кольцевому блоку газогидро-геотермальные явления горы Янгантау и прилегающих к ней территорий Южного Урала [12], а также некоторые крупные сейсмические события последних лет, такие, например, как Катав-Ивановское [7].

С тектонической активизацией Свердловской РКС, возможно, связаны месторождения нефти и газа Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Большая часть залежей УВ в пределах мегаструктуры расположена в ее секториальных блоках [13] вдоль радиальных и концентрических разломов (рис. 1).

Месторождения «медистых песчаников» имеют приуроченность к первому, третьему и южной части четвертого кольцевых блоков Свердловской РКС (рис. 1).

Особенности геологического строения и локализации «медистых песчаников». По географическому положению залежи медистых песчаников восточной части Русской платформы и Западного Приуралья делятся на четыре крупных района: Пермский, Вятско-Камский, Башкирский и Оренбургский. Запасы меди в провинции оцениваются в 560 тыс. т, 50% из которых приходится на Оренбургско-Уфимскую область (М. И. Проскуряков, 1972 г.).

Пермский рудный район располагается на Западном склоне Урала внутри первого кольцевого блока Свердловской РКС и подразделяется на две группы месторождений – северную (площадь около 150 × 45 км) и южную (площадь около 225 × 90 км) (рис. 1). Медное оруденение района приурочено к отложениям соликамского и шешминского горизонтов уфимского яруса. В южной его части развиты «медистые песчаники» соликамского и шешминского горизонтов. В северном – только шешминского.

Соликамский горизонт (толщина около 80 м) представлен зоной в основном красноцветных песчаников, алевролитов и глин, относящихся к фациям озер и аллювиально-дельтовых равнин. Медное же оруденение в толще связано с серыми, желтовато- и зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми, косослоистыми песчаниками на извест-

ковистом цементе, которые залегают в виде линзообразных тел, врезанных во вмещающие красноцветные алевритисто-глинистые породы. Мощность линз колеблется от 0,5 до 5,0 м, ширина – от 1 до 50 м. Характерной их особенностью является присутствие обуглившихся растительных остатков и полное отсутствие гипса. Содержание меди в серых песчаниках достигает 2–3%. Представлена она вкрапленностью сульфидов в виде халькозина и халькопирита, которые в приповерхностных условиях замещены карбонатами – малахитом и азуритом. Обычно оруденение приурочено к нижней и средней частям песчаных линз и не выдержано по мощности и простиранию. При замещении красноцветных отложений к западу лагунно-морскими сероцветными осадками медное оруденение исчезает (А. М. Кутергин, 1966 г.).

Толщина рудовмещающих красноцветных шешминских отложений достигает 300–350 м. Оруденение, связанное с песчаниками, глинистыми и карбонатными прослоями, приурочено к корытообразным углублениям, имеющим в плане форму изгибающихся лент. Углубления выполнены конгломератами, вверх по разрезу постепенно переходящими в крупнозернистые песчаники, которые еще выше сменяются более мелкозернистыми разностями. Так же, как и в соликамских отложениях, песчаники, обогащенные медью серые и зеленовато-серые среднезернистые, известковистые, с включениями мелких растительных остатков, иногда с окаменевшими стволами деревьев. Мощность линз песчаников и конгломератов меняется от 0,5 до 30,0 м, длина достигает 150 м и более. Размеры рудных тел очень непостоянны. Обычными являются тела длиной 10–20 м по простиранию (реже до 3 км) и от 10 до 7 м вкрест простирания. Мощность измеряется десятками см. Распределение меди крайне неравномерное и колеблется от сотых долей до 5–6%. Медная минерализация представлена карбонатами (малахит и азурит) и сульфидами меди (халькозин, борнит, халькопирит). Очень редко встречаются ковеллин и куприт. Медистые песчаники не приурочены к какой-либо определенной части разреза и встречаются на разных стратиграфических уровнях (А. М. Кутергин, 1966 г.).

На севере Пермской области медная минерализация развита в черных глинах и карбонатных породах, залегающих в красноцветных шешминских отложениях. Кроме того, М. И. Проскуряков (М. И. Проскуряков, 1972 г.) отмечает, что развитие медных руд здесь находится в обратной зависимости от степени загипсованности пород.

К району распространения северной группы медных месторождений приурочены залежи нефти и газа пермской части Предуральяского краевого прогиба, в пределах южной – Пермского и Башкирского сводов и Верхнекамской впадины.

Вятско-Камский рудный район (площадь примерно 400 × 100 км) находится на территории Татарстана и Кировской области. В него входят восемь групп месторождений: Альметьевская, Шереметьевская, Берсутская, Нуртинско-Таканыш-

ская, Кукморская, Сырчанская, Пышнинско-Бемьшская и Сорманово-Азнакеевская.

Медная минерализация в пределах Вятско-Камского района приурочивается главным образом к красноцветным отложениям верхнеказанского подъяруса. Основная масса рудопоявлений связана с серыми и темно-серыми мергелистыми глинами, содержащими большое количество растительных остатков, глинистыми известняками, реже песчаниками и конгломератами, среди которых встречаются обломки обугленной древесины, кости позвоночных, зубы рыб, чешуя.

Минералы меди обычно образуют вкрапленность халькозина, налеты и корочки карбонатов меди, конкреции в виде лепешек и рогулек, сложенных малахитом, азуритом, халькозином и купритом. Отмечаются также псевдоморфозы по органическим остаткам. Рудные тела представлены лентообразными телами и линзами длиной 10–300 м, шириной в поперечнике 20–100 м и мощностью до 2 м. Содержание меди составляет от первых десятых долей % до единиц. В конкрециях содержится до 50% меди.

Особенность минерализации Вятско-Камского рудного района заключается в том, что в пределах одной площади может быть развито оруденение, приуроченное как к морским горизонтам, так и к русловым отложениям (М. И. Проскуряков, 1972 г.).

Медные месторождения Вятско-Камского рудного района распространены в основном в пределах Немского выступа, Северо-Татарского и Южно-Татарского сводов. К последним приурочены залежи УВ.

В **Башкирском рудном районе** (площадь около 225 × 75 км) меденосными являются морские отложения нижнеказанского подъяруса и континентальные отложения верхнеказанского и нижнетатарского подъярусов. Очень редко проявления меди отмечаются в отложениях уфимского яруса.

В строении района выделяется семь групп месторождений, перспективы которых связаны с нижнеказанскими отложениями: Кандры-Кульская, Белебеевская, Аксаковская, Курсакская, Никифоровская, Уршакская и Федоровско-Стерлибашевская. В плане отложения представляют собой вытянутые или изометричные площади длиной 50–100 км². Причины подобного распределения меди по отдельным районам невозможно объяснить различием фациальных условий осадконакопления в нижнеказанское время (М. И. Проскуряков, 1972 г.).

Содержание меди в рудоносных интервалах (толщина 0,1–1,0 м) колеблется от 0,06 до 1,8%, причем в нижних частях разреза, часто подвергнувшихся осветлению, оно значительно выше. Рудная минерализация макроскопически незаметна. Под микроскопом устанавливается присутствие тонкой вкрапленности халькопирита, борнита и пирита. Эпизодически в песчаниках (помимо меди) встречается и свинцово-цинковое оруденение. Медь, свинец и цинк обладают зональным распределением. Медь

характерна для нижней части базального горизонта, свинец для средней, цинк для верхней.

В континентальных отложениях верхнеказанского и нежнетатарского подъярусов известно большое количество рудопроявлений и месторождений медистых песчаников, являвшихся в прошлом объектами разработок. Особенно широким развитием они пользуются в юго-восточной части Башкирии.

Наиболее типичным примером их могут служить месторождения Дмитриевское, Бокыр-Тау. Оруденение приурочено к линзам разнозернистых песчаников (от средне- до крупнозернистых), содержащих гальку кварцевого и кремнистого состава (русловые фации). Масштабы оруденения незначительные, руды сравнительно бедные (0,25–1,1%). Кроме того, в верхнеказанских континентальных отложениях Башкирии имеются пластообразные, незначительные по размерам рудные залежи, приуроченные к зонам выклинивания угленосных пачек (месторождения Ушанка, Семашкино, Родионовка и др.).

Месторождения меди Вятско-Камского и Башкирского рудных районов сосредоточены внутри третьего кольцевого блока Свердловской РКС, образуя дугообразную рудоносную зону вдоль предполагаемого нами тектонического нарушения (рис. 1).

Медные месторождения Башкирского рудного района распространены в пределах Раевско-Фоминской ступени, Благовещенской впадины, Серноводско-Абдулинского авлвогена. Здесь же располагаются залежи нефти и газа.

В **Оренбургском рудном районе** (площадь примерно 300 × 150 км) основные массы меди концентрируются в красноцветных отложениях нижнеказанского подъяруса и татарского яруса верхней перми. Меденосные отложения прослеживаются в меридиональном направлении в зоне сочленения Русской платформы и Предуральяского краевого прогиба (рис. 1).

При изучении отложений нижнеказанского подъяруса Салмышской меденосной зоны М. И. Проскуряков (М. И. Проскуряков, 1972 г.) сделал следующие выводы. Породы залегают на глубинах от 0 до 500 м. Рудный горизонт прослеживается в широтном направлении на 20 км практически непрерывно. Мощность его небольшая, измеряется десятками см, содержание меди в нем колеблется от 0,1 до 14,8%. Единый рудный пласт отсутствует. Медное оруденение в основном приурочено к нижней части разреза и концентрируется в песчаниках и известняках, а в восточном направлении этот горизонт выклинивается и оруденение перемещается выше по разрезу в аргиллиты. Наблюдается так называемое «возрастное скольжение» оруденения вверх по разрезу (М. И. Проскуряков, 1972 г.). В западном направлении увеличиваются концентрации свинца и цинка. Породы, обладающие зеленовато-серой окраской, содержат медь в количествах, близких к кларковым. Сероцветные породы, имеющие хотя бы очень слабо выраженный буроватый оттенок, повышенных концентраций меди не содержат. В рудных количествах медь

присутствует только в серых, обогащенных обуглившимися растительными остатками, породах. Минералы меди представлены сульфидами, карбонатами и окислами. Основным рудным минералом является халькозин, несколько реже встречается борнит, ковеллин и еще реже халькопирит. Карбонаты (малахит, азурит), окислы (куприт) развиты только в зоне окисления. Обнаружены только вкрапленные медносульфидные руды. Оруденение концентрируется в песчаниках, известняках, реже в алевролитах и аргиллитах.

Отложения татарского яруса представлены лагунно-континентальными осадками с преобладанием в разрезе красноцветных песчаников и аргиллитов. Медные руды вмещают редкие включения сероцветных пород с мелкими обуглившимися растительными остатками среди красноцветных толщ. Известные рудопроявления в отложениях татарского яруса – Сакмаро-Дмитриевская площадь, Гирьяльское месторождение и Каргалинская группа месторождений.

На Дмитриевском и других участках установлена пространственная и генетическая связь оруденения с сероцветными породами, главным образом с конгломератами нижнетатарского подъяруса. На участке выявлено семь горизонтов сероцветных конгломератов и песчаников, согласно залегающих с вмещающими их красноцветными породами. Пласты сероцветных пород прослеживаются по простиранию от нескольких сотен метров до первых км при ширине пласта от 20 до 300 м. С этими сероцветными горизонтами связано четыре рудопроявления меди. Оруденелые пласты конгломератов имеют форму линзообразных прослоев, мощность которых колеблется от 0,8 до 3,0 м. Содержание меди в рудных пластах колеблется от 0,45 до 2,5%. Медная минерализация в пластах преимущественно малахитовая. Выклинивание оруденения в пласте сероцветных пород постепенное, а в контакте с красноцветами – резкое.

Гирьяльское месторождение приурочено к соляному диапиру, в сводовой части которого в результате эрозионных процессов образовались депрессионные карстовые воронки. Масштабы оруденения пород татарского возраста – от небольших минерализованных точек до крупных рудных линз и пластов, прослеживающихся на десятки и сотни метров по простиранию. Рудоносными являются сероцветные породы с содержанием меди около 2%, состоящие из чередующихся линз конгломератов, гравелитов, песчаников с преобладанием последних. Основным минералом меди является малахит.

К соляному куполу также приурочено Сайгачье месторождение меди над залежами нефти и газа Оренбургского месторождения, которое, по мнению А. М. Тюрина, является возможным результатом воздействия вертикального потока рассеянного метана и сероводорода [16].

Оруденение Каргалинской группы месторождений приурочено к двум горизонтам нижнетатарского подъяруса. К нижнему (главному) горизонту приурочены Дмитриевское, Дружелюбское, Благодатское,

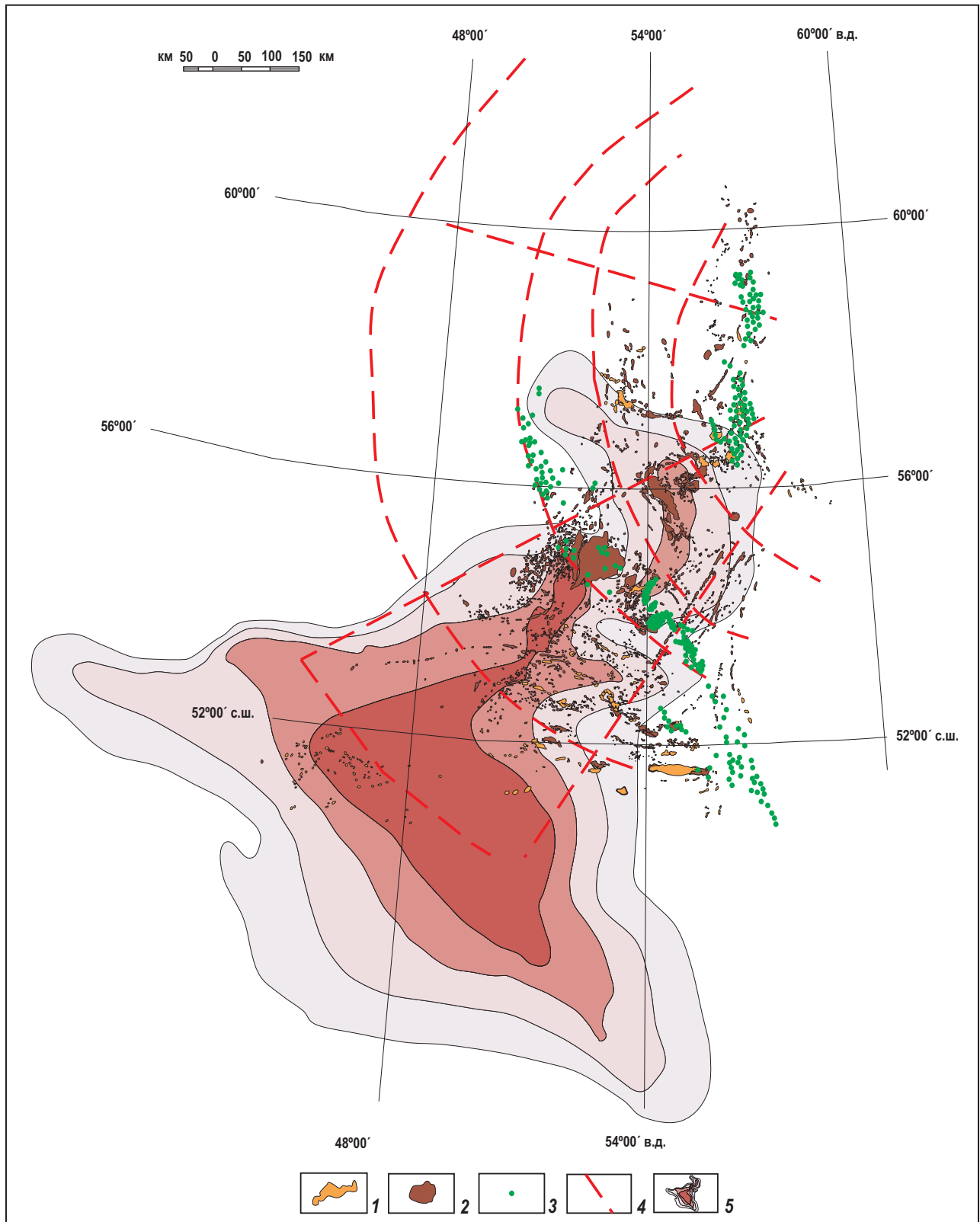


Рис. 2. Схема сопоставления контуров тепловой аномалии, месторождений меди и УВ в восточной части Русской платформы, по [18], с изменениями и дополнениями

1–2 – месторождения: 1 – газоконденсатные, 2 – нефтяные; 3 – месторождения «медных песчаников»; 4 – предполагаемые тектонические нарушения Свердловской РКС; 5 – контуры тепловой аномалии, по [18]

Ново- и Старомясниковское, Ленское, Мариинское и другие рудные тела. Верхний горизонт лежит на 70–80 м выше нижнего и заключен в красно-бурой свите песчаников и мергелей. К нему приурочены выработанные рудные тела, такие как Староберезовское, Ордынское и др. Рудные тела имеют общие закономерности строения. Они простираются узкими лентами кольцеобразной формы длиной 1,3–2,5 км и состоят из нескольких раздувов с максимальной мощностью от 1,1 до 6,0 м, объединяемых в одно целое соединительными зонами мощностью от 20,0 см до 1,8 м. Максимальные содержания меди пространственно приурочены к раздувам. Руды представлены в основном медистыми песчаниками, а медистые мергели приурочены лишь к периферийным зонам рудных тел и окаймляют песчаные руды. Рудные минералы – малахит, азурит и куприт. Сульфидные минералы макроскопически не обнаружены.

Установлено, что Каргалинская группа месторождений меди приурочена к кольцевой структуре диаметром около 80 км [3]. В ее центре расположено Колганское месторождение нефти в отложениях колганской толщи верхнего девона, где в нижних частях разреза обнаружен пепловый материал [11].

В строении, распределении и локализации месторождений УВ и меди Оренбургского рудного района есть много общего. Месторождения имеют пластовую и линзовидную форму залежей, субгоризонтальное залегание, латерально-вертикальную зональность, многоярусное строение продуктивных толщ, приуроченность к соляной тектонике и РКС [3]. Месторождения нефти и газа, также как и залежи меди, распространены в пределах Восточно-Оренбургского, Соль-Илецкого поднятий и Мраковского впадины Предуральяского краевого прогиба. Рудопроявления меди, вероятно, представляют собой результат вертикальной миграции гидротермальных растворов по неотектоническим разрывным нарушениям, также как и месторождения УВ в надсолевых отложениях [3].

В пористых терригенных и карбонатных пластах-коллекторах отложений девонской, каменноугольной и пермской систем нефтегазовых месторождений Оренбуржья часто присутствуют включения пирита и других минералов, свойственных рудным месторождениям [4]. Высокие содержания меди (до 9,23%) были обнаружены в породах, вмещающих Садкинскую асфальтитовую жилу (Бузулукская впадина). Отложения представлены известняками и песчаниками татарского возраста, содержат медную зелень, азурит, куприт, самородную медь. Жила приурочена к неотектонической трещине, диффундирующей субгоризонтально залегающие осадочные отложения кунгурско-позднетатарского возраста. По данным В. В. Овчинникова, ранее красноцветные боковые для жилы осадочные породы приобрели светло-серый цвет и содержат крупнокристаллический пирит. Осветленными также являются все заключенные в асфальтитах ксенолиты вмещающих пород [10]. В. В. Овчинников связы-

вает образование трещины с кайнозойским платформенным вулканизмом [9].

Обсуждение результатов. Обобщая вышеизложенный материал по рудоносным районам восточной части Русской платформы и Западного Приуралья, хочется отметить следующие закономерности.

В пределах одного рудного района медная минерализация одновременно может содержаться в отложениях, образованных в морских, лагунно-морских и континентальных условиях, а также «перемещаться» выше по разрезу. Наблюдается омоложение медистых песчаников и в региональном плане в юго-западном направлении по кольцевым блокам Свердловской РКС. Развитие медных руд находится в обратной зависимости от степени загипсованности пород. Наиболее высокие содержания меди приурочены к нижним частям продуктивных горизонтов. Оруденение не однородно ни по разрезу, ни по простираению. Причина такой хаотичности распределения меди по площади не объясняется различием фациальных условий осадконакопления, но может быть обоснована тектоническим строением Свердловской РКС. Рудопроявления встречены как на сводовых поднятиях, так и во впадинах юго-западных секториальных блоков мегаструктуры, зачастую совпадая с районами распространения залежей УВ.

Оруденение связано с сероцветными породами, которые залегают в виде тел, врезанных во вмещающие красноцветные. Сероцветы часто содержат обуглившиеся растительные остатки. Известно, что обезвоживать древесину и обугливать ее способна серная кислота, встречающаяся в природе в свободном виде, например, в виде озер вблизи вулканов [19]. Она же вполне могла и обесцветить красноцветные породы, поднимаясь по трещинам вместе с потоками тепла и флюидов из глубоких горизонтов во время формирования Свердловской РКС в альпийскую эпоху тектогенеза.

«Медистые песчаники» в настоящее время выявлены только в центральной и юго-западной частях Свердловской РКС. Причиной тому может быть существование в фундаменте Русской платформы обширной тепловой аномалии (Русская конвективная ячейка) [18]. Если посмотреть на закономерность распределения месторождений меди и УВ и сравнить их с контурами аномалии (рис. 2), то складывается впечатление, что глубинный тепловой поток под территорией Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в течение какого-то времени перемещался с северо-востока на юго-запад или, скорее всего, остывал и сокращался по площади, оставляя после себя шлейф из залежей меди и УВ (рис. 2).

Выводы. Обобщение данных о геологии «медистых песчаников» и тектоническом строении юго-западной части Свердловской РКС показали, что залежи меди – это возможный результат вертикальной миграции глубинных гидротермальных растворов по неотектоническим нарушениям.

Вероятно, рудообразование носило импульсно-прерывистый характер и происходило во время формирования Свердловской РКС в альпийскую фазу тектогенеза. Вместе с потоками тепла и флюидов из глубоких горизонтов под давлением по трещинам могла поступать серная кислота, способствующая осветлению красноцветных пород и обугливаю органических остатков.

Необходимо продолжить исследования по выявлению, картированию секториальных блоков Свердловской РКС и по изучению связанных с ними месторождений полезных ископаемых.

Благодарности: исследования выполнены в рамках тем № 122062200029-6 государственного задания ИГ УрО РАН и № 124020400013-1 государственных задания ИГГ УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геохимические особенности медистых песчаников Оренбургского Предуралья / А. В. Волков, И. А. Новиков, А. А. Разумовский, К. Ю. Мурашов, Н. В. Сидорова, А. А. Сидоров // Докл. РАН. – 2018. – Т. 479, № 3. – С. 313–316.
2. Данилова Е. А. Глубинное строение Оренбургской радиально-концентрической структуры: экспериментальное моделирование при флюидодинамических нагрузках и сравнительный анализ образцов песчаников из пород нефтяных месторождений Западной Сибири // Геотектоника. – 2023. – № 2. – С. 25–38.
3. Данилова Е. А. Особенности размещения и локализации рудопоявлений меди в пермских отложениях радиально-концентрических структур Оренбуржья // Уральский геофизический вестник. – 2023. – № 1 (51). – С. 33–41.
4. Данилова Е. А. Особенности размещения и локализации углеводородных и медноколчеданных залежей в пределах радиально-концентрических структур Оренбуржья // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина. – 2023. – № 4 (313). – С. 5–17.
5. Данилова Е. А. Радиально-концентрические структуры в фундаменте древней платформы и условия возникновения очагов генерации углеводородов: реконструкция по сейсмотектоническим данным // Геотектоника. – 2022. – № 3. – С. 36–49.
6. Демина Т. Я., Тараборин Г. В. Комплексное изучение осадочных толщ северной части Оренбургского Приуралья. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2004. – 112 с.
7. Катав-Ивановское землетрясение 04.09.2018 г., МВ=5.4 (Урал) / Р. А. Дягилев, Ф. Г. Верхоланцев, Ю. В. Варлашова, Д. Ю. Шулаков, И. П. Габсатарова, А. Г. Епифанский // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 7–20.
8. Контарь Е. С., Либарова Л. Е. Металлогения меди, цинка, свинца на Урале. – Екатеринбург, 1997. – 233 с.
9. Овчинников В. В. Кайнозойский платформенный вулканизм Оренбуржья // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбургский государственный университет, 2017. – С. 1282–1288.
10. Овчинников В. В., Пономарева Г. А. К вопросу о генезисе Садкинского месторождения асфальтита // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 3 (178). – С. 171–176.
11. Павлинова Н. В., Усова В. М. Некоторые особенности состава и генезиса терригенных отложений

колганской толщи // Вестник РУДН. Сер. Инженерные исследования. – 2012. – № 3. – С. 11–17.

12. Пучков В. Н., Абдрахманов Р. Ф. Особенности газогидро-геотермальных явлений горы Янгантау и прилегающих территорий (Южный Урал) // Литосфера. – 2003. – № 4. – С. 65–77.

13. Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-геоморфологического анализа. Объяснительная записка к карте морфо-структур центрального типа территории СССР масштаба 1 : 10 000 000. – Ленинград, 1978. – 111 с.

14. Тектоническая карта России, сопредельных территорий и акваторий. Масштаб 1 : 4 000 000 / отв. ред. Е. Е. Милановский. – М.: Изд-во МГУ, 2006.

15. Трофимов В. А. Глубинные региональные сейсморазведочные исследования МОГТ нефтегазоносных территорий. – М.: ГЕОС, 2014. – 202 с.

16. Тюрин А. М. Месторождение меди Сайгачье: геологическая позиция, генезис, прогноз // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2019. – № 97. – С. 48–57.

17. Харитонов Т. В. Три стадии образования медистых песчаников Пермского края: теоретические рассуждения и поисковые выводы // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. – 2019. – № 22. – С. 263–272.

18. Христофорова Н. Н. Конвективные ячейки в мантии и тепловой поток // Георесурсы. – 2001. – № 1 (5). – С. 20–27.

19. Эпштейн Д. А. Общая химическая технология. – М.: Химия, 1979. – 312 с.

REFERENCES

1. Volkov A. V., Novikov I. A., Razumovskiy A. A., Murashov K. Yu., Sidorova N. V., Sidorov A. A. Geokhimicheskie osobennosti medistykh peschanikov Orenburgskogo Predural'ya. *Dokl. RAN*, 2018, vol. 479, no. 3, pp. 313–316.
2. Danilova E. A. Glubinnoe stroenie Orenburgskoy radial'no-kontsentricheskoy struktury: eksperimental'noe modelirovanie pri flyuidodinamicheskikh nagruzkakh i sravnitel'nyy analiz obraztsov peschanikov iz porod neftyanykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri. *Geotektonika*, 2023, no. 2, pp. 25–38.
3. Danilova E. A. Osobennosti razmeshcheniya i lokalizatsii rudoproyavleniy medi v permskikh otlozheniyakh radial'no-kontsentricheskikh struktur Orenburzh'ya. *Ural'skiy geofizicheskiy vestnik*, 2023, no. 1 (51), pp. 33–41.
4. Danilova E. A. Osobennosti razmeshcheniya i lokalizatsii uglevodorodnykh i mednokolchedannykh zalezhey v predelakh radial'no-kontsentricheskikh struktur Orenburzh'ya. *Trudy Rossiyskogo gosudarstvennogo universiteta nefiti i gaza imeni I. M. Gubkina*, 2023, no. 4 (313), pp. 5–17.
5. Danilova E. A. Radial'no-kontsentricheskie struktury v fundamente drevney platformy i usloviya vzniknoveniya ochagov generatsii uglevodorodov: rekonstruktsiya po seysmotektonicheskim dannym. *Geotektonika*, 2022, no. 3, pp. 36–49.
6. Demina T. Ya., Taraborin G. V. Kompleksnoe izucheniye osadochnykh tolshch severnoy chasti Orenburgskogo Priural'ya. Orenburg, IPK GOU OGU, 2004, 112 p.
7. Dyagilev R. A., Verkholantsev F. G., Varlashova Yu. V., Shulakov D. Yu., Gabsatarova I. P., Epifanskiy A. G. Katav-Ivanovskoe zemletryasenie 04.09.2018 g., MB=5.4 (Ural). *Rossiyskiy seysmologicheskiy zhurnal*, 2020, vol. 2, no. 2, pp. 7–20.
8. Kontar' E. S., Libarova L. E. Metallogeniya medi, tsinka, svintsa na Urale. Ekaterinburg, 1997, 233 p.
9. Ovchinnikov V. V. Kaynozoykiy platformenny vulkanizm Orenburzh'ya. *Universitetskiy kompleks kak regional'nyy tsentr obrazovaniya, nauki i kultury. Materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii*.

Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet, 2017, pp. 1282–1288.

10. Ovchinnikov V. V., Ponomareva G. A. K Voprosu o genezise Sadkinskogo mestorozhdeniya asfal'tita. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 3 (178), pp. 171–176.

11. Pavlinova N. V., Usova V. M. Nekotorye osobennosti sostava i genezisa terrigennykh otlozheniy kolganskoy tolshchi. *Vestnik RUDN. Ser. Inzhenernye issledovaniya*, 2012, no. 3, pp. 11–17.

12. Puchkov V. N., Abdrakhmanov R. F. Osobennosti gazogidro-geotermal'nykh yavleniy gory Yangantau i prilgayushchikh territoriy (Yuzhnyy Ural). *Litosfera*, 2003, no. 4, pp. 65–77.

13. Solov'ev V. V. Struktury tsentral'nogo tipa territorii SSSR po dannym geologo-geomorfologicheskogo analiza. Ob'yasnitel'naya zapiska k karte morfostruktur tsentral'nogo tipa territorii SSSR mashtaba 1 : 10 000 000. Leningrad, 1978, 111 p.

14. Tektonicheskaya karta Rossii, sopredel'nykh territoriy i akvatoriy. Mashtab 1 : 4 000 000. Ed. by E. E. Milanovskiy. Moscow, Izd-vo MGU, 2006.

15. Trofimov V. A. Glubinnye regional'nye seysmorazvedochnye issledovaniya MOGT neftegazonosnykh territoriy. Moscow, GEOS, 2014, 202 p.

16. Tyurin A. M. Mestorozhdenie medi Saygach'e: geologicheskaya pozitsiya, genezis, prognoz. *Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya*, 2019, no. 97, pp. 48–57.

17. Kharitonov T. V. Tri stadii obrazovaniya medistykh peschanikov Permskogo kraya: teoreticheskie rassuzhdeniya i poiskovye vyvody. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P. N. Chirvinskogo*, 2019, no. 22, pp. 263–272.

18. Khristoforova N. N. Konvektivnye yacheyki v mantii i teplovoy potok. *Georesursy*, 2001, no. 1 (5), pp. 20–27.

19. Epshteyn D. A. Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya. Moscow, Khimiya, 1979, 312 p.

Данилова Евгения Антониновна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник, ИГФ УрО РАН¹, ИГТ УрО РАН². <yevgeniya.antoninovna@bk.ru>

Danilova Evgenia Antoninovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, IG UB RAS¹, IGG UB RAS². <yevgeniya.antoninovna@bk.ru>

¹ Институт геофизики им. Ю. П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук (ИГФ УрО РАН). Ул. Амундсена, 100, Екатеринбург, Россия, 620016.

Yu. P. Bulashevich Institute of Geophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IG UB RAS). 100 Ul. Amundsen, Ekaterinburg, Russia, 620016.

² Институт геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (ИГТ УрО РАН). Ул. Академика Вонсовского, 15, Екатеринбург, Россия, 620016.

A. N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IGG UB RAS). 15 Ul. Akademika Vonsovskogo, Ekaterinburg, Russia, 620016.