

УДК 553.41

DOI: 10.46698/k7180-2394-5711-d

Оригинальная статья

Чернореченское рудопроявление золота (Восточный Донбасс)

С.Г. Парада 

Южный научный центр Российской академии наук, Россия, 344006,
г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41,
e-mail: segripa@rambler.ru

Статья поступила: 05.08.2024, доработана: 29.08.2024, принята к публикации: 30.08.2024

Резюме: Статья посвящена характеристике Чернореченского рудопроявления, – одного из перспективных золоторудных объектов Восточного Донбасса. **Актуальность** определяется необходимостью выявления промышленных запасов золота в Восточном Донбассе для диверсификации горнодобывающей отрасли. **Цель.** Предоставление научной общественности результатов изучения Чернореченского рудопроявления золота и авторского анализа особенностей его геологического строения на основе современных геодинамических концепций. Исходными данными явились материалы по геологическому строению, магматизму и рудоносности Восточного Донбасса, представленные в производственных отчетах о геологической съемке и поисковых работах на цветные металлы и золото, проведенных в последние пятьдесят лет, а также база цифровых данных результатов современных геофизических среднемасштабных съемок, охватывающих Восточную часть Донецкого бассейна и прилегающие территории. **Методы.** Металлогенический анализ геологических и геофизических данных на основе современных геодинамических концепций, в соответствии с которыми проявление магматизма несветаевского комплекса более всего отвечает обстановке конвергентных окраин, а магматизма миусско-керчикского комплекса – обстановке трансформных окраин. **Результаты.** Чернореченское рудопроявление золота является наиболее изученным в составе Кондаковской рудно-магматической системы (РМС). Здесь установлены золоторудные зоны с содержаниями золота до 6–8 г/т. Рудопроявление приурочено к присдвиговой транстензионной структуре растяжения типа веера сбросов, являющейся структурной основой Кондаковской РМС. Геологическую основу рудопроявления составляют два малых штока андезито-дацитов в центральной части РМС. В составе рудопроявления выявлены четыре рудные зоны северо-западного простирания. Протяженность зон от 550 до 900 м, мощность от 10 до 145 м. Они представлены тектонически нарушенными и метасоматически измененными породами в экзо- и эндоконтактах штоков андезито-дацитов. Золоторудная минерализация представлена сульфидно-прожилково-вкрапленным типом, в составе которого преобладает пирит, а также отмечаются халькопирит, арсенопирит, галенит и сфалерит.

Ключевые слова: рудопроявление, золото, интрузивный комплекс, рудно-магматическая система, Восточный Донбасс.

Благодарности: Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ЮНЦ РАН, № гос. регистрации 122020100345-8.

Для цитирования: Парада С.Г. Чернореченское рудопроявление золота (Восточный Донбасс). *Геология и геофизика Юга России*. 2024. 14(3): 112-124. DOI: 10.46698/k7180-2394-5711-d

DOI: 10.46698/k7180-2394-5711-d

Original paper

Chernorechensk gold ore deposit (Eastern Donbass)

S.G. Parada 

Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 41 Chekhov Ave.,
Rostov-on-Don 344006, Russian Federation,
e-mail: segripa@rambler.ru

Received: 05.08.2024, revised: 29.08.2024, accepted: 30.08.2024

Abstract: The article is devoted to the characteristics of the Chernorechensk gold ore deposit, one of the promising gold mining facilities in Eastern Donbass. **The relevance** of the proposed study is determined by the need to assess the prospects for identifying industrial reserves of non-ferrous metals and gold in the Eastern Donbas for the diversification of the mining industry in Southern Russia due to highly liquid metallic minerals, in particular gold. **The aim of the study.** Providing the general scientific community with preliminary results of the study of the Chernorechensk gold ore occurrence, as well as the results of the author's analysis of some features of its geological structure and gold content based on modern geodynamic concepts. The initial data for this study are materials on the geological structure, magmatism and ore content of the Eastern Donbass, presented in production reports on geological surveys and prospecting for non-ferrous metals and gold conducted by production geological organizations in the last fifty years, as well as a digital database of the results of modern geophysical medium-scale surveys covering the Eastern part of the Donetsk basin and adjacent territories. **Methods.** Metallogenic analysis of geological and geophysical data based on modern geodynamic concepts, according to which the manifestations of the magmatism of the Nesvetaevsky complex most correspond to the situation of convergent margins, and the magmatism of the Miusko-Kerchiksky complex correspond to the situation of transform margins. **Results.** The Chernorechenskoye gold occurrence is the most studied in the Kondakovskaya ore-magmatic system (RMS). Gold ore zones with gold grades up to 6-8 g/t have been established here. The ore occurrence is confined to a thrust transtensional stretching structure of the fan type, which is the structural basis of the Kondakovskaya RMS. The geological basis of the ore deposit is formed by two small andesite-dacite stems in the central part of the RMS. Four ore zones of northwestern strike are identified within the ore occurrence. The length of the zones is from 550 to 900 meters, thickness from 10 to 145 meters. They are represented by tectonically disturbed and metasomatically altered rocks in exo- and endocontacts of andesite-dacite drifts. Gold mineralization is represented by a sulfide and vein-embedded type, with pyrite predominating, and chalcopyrite, arsenopyrite, galena and sphalerite also occurring.

Keywords: ore occurrence, gold, intrusive complex, ore-magmatic system, Eastern Donbass.

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the implementation of the state assignment of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, state registration no. 122020100345-8.

For citation: Parada S.G. Chernorechensk gold ore deposit (Eastern Donbass). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2024. 14(3): 112-124. DOI: 10.46698/k7180-2394-5711-d

Введение

В научном плане и в практическом отношении Восточный Донбасс изучался в основном как угольный бассейн. Вместе с тем в пределах его открытой части были установлены рудопроявления цветных, редких и благородных металлов. Однако, все попытки оценить металлогенический потенциал этого уникального структурного элемента литосферы упираются в отсутствие в свободном доступе информации об известных проявлениях золоторудных минерализаций. Вся информация о

таких объектах хранятся в производственных отчетах о поисковых работах, проведенных в последние годы на территории Восточного Донбасса. Опубликованные данные об особенностях строения и металлогении на основе современных теорий касаются, в основном, Западного Донбасса [Артеменко, Юдин, 2003; Юдин, 2003; Saintot et al., 2003; Трощенко, 2009; и др.].

Целью настоящей статьи является предоставление широкой научной общественности предварительных результатов изучения Чернореченского рудопроявления, – одного из перспективных золоторудных объектов Восточного Донбасса, а также результатов авторского анализа некоторых особенностей его геологического строения и золотоносности на основе современных геодинамических концепций.

Актуальность предлагаемого исследования определяется необходимостью оценки перспектив выявления промышленных запасов цветных металлов и золота в Восточном Донбассе для диверсификации горнодобывающей отрасли Юга России за счет высоколиквидных металлических полезных ископаемых, в частности золота.

Одной из особенностей Восточного Донбасса является проявление магматизма в виде узлов, цепочкой вытягивающихся в субширотный пояс и его приуроченность к южному ограничению Донецкой складчатой системы при быстром затухании магматизма к северу. Некоторые исследователи полагают, что наличие протяженного мезозойского вулканно-плутонического пояса связано с интенсивной фазой активизации, завершающей формирование складчатых структур Донбасса, оживления древних тектонических нарушений и заложения молодых, к которым относится Персияновский, Сулино-Константиновский и более мелкие разломы [Granovsky, 2018].

Более поздний миусско-керчикский интрузивный комплекс, представленный преимущественно дайками лампрофиров, имеет такие же особенности пространственного распределения, как и несветаевский, вытягиваясь в виде цепочек сгущения даек в субширотный пояс, вдоль южной окраины Донбасса. Считается, что формирование миусско-керчикского комплекса связано с несколько более поздней фазой мезозойской тектоно-магматической активизации Донбасса [Лихачев, 1983]. Предполагается, что дайки этого комплекса являются пострудными по отношению к золотому оруденению [Бутурлинов, 1984].

Современные представления о природе магматизма и геодинамики Донбасса в мезозое, изложенные нами ранее [Парада, 2023], основаны на современных геодинамических концепциях о развитии складчатых поясов как областей конвергентных и трансформных окраин континентов [Гребенников, Ханчук, 2021]. Неоднократно обосновано, что конвергентные окраины возникают в результате субдукции литосферных плит. В отличие от них, трансформные окраины являются границами литосферных плит, вдоль которых происходит их относительное скольжение в горизонтальной плоскости. Они сменяют собой во времени конвергентные окраины, связанные с субдукцией, вследствие смены направления движения литосферных плит и других причин. Магматизм трансформных окраин обусловлен формированием разрывов в слэбе и апвеллингом подслэбовой астеносферы с сопутствующим адиабатическим декомпрессионным плавлением.

Таким образом, проявление магматизма в Донбассе отличается малыми размерами интрузивных тел и ограниченностью масштабов проявления. При этом, породы несветаевского и миусско-керчикского комплексов по вещественному составу и условиям локализации, заметно различаются. Магматизм несветаевского комплекса более всего отвечает обстановке конвергентных окраин, а магматизм миусско-керчикского комплекса – обстановке трансформных окраин [Парада, 2023].

Материал и методы

Исходными данными для настоящего исследования являются материалы по геологическому строению, магматизму и рудоносности Восточного Донбасса, представленные в производственных отчетах о геологической съемке и поисковых работах на цветные металлы и золото, проведенных производственными геологическими организациями в последние пятьдесят лет, а также база цифровых данных результатов современных геофизических среднемасштабных съемок, охватывающих Восточную часть Донецкого бассейна и прилегающие территории. Эти геологические и геофизические данные подверглись металлогеническому анализу на основе современных геодинамических концепций.

Результаты и обсуждение

Чернореченское рудопроявление золота входит в состав Кондаковской рудно-магматической системы (РМС) [Парада, Гамбург, 2023]. Основу РМС составляют Кондаковское тектоническое поднятие и малые интрузивные тела андезитового и андезит-дацитового состава юрского возраста. В пределах Кондаковской РМС установлены многочисленные признаки оруденения цветных металлов и золота в форме вторичных и первичных ореолов рассеяния свинца, цинка, меди, молибдена и золота, а также выявлены кроме Чернореченского рудопроявления, Северное, Центральное и Страховское проявления золоторудных минерализаций [Невалённый, 2005].

Чернореченское рудопроявление является наиболее изученным. В его пределах проведены поисковые работы, буровыми скважинами установлены золоторудные зоны с повышенными содержаниями золота, составляющие в отдельных интервалах до 6–8 г/т, подсчитаны прогнозные ресурсы благородного металла.

В структурном отношении, площадь Чернореченского рудопроявления приурочена к юго-западному крылу Кондаковской линейной антиклинали и располагается в области, где эта складка осложнена одноименным поперечным поднятием и становится брахиморфной (рис. 1). Кажущийся спокойным структурный план поднятия, в значительной мере осложняется разрывной тектоникой, представленной серией разломов. По своей ориентировке в плане разломы могут быть разделены на две группы – продольные, идущие примерно в направлении простирания вмещающих пород, и поперечные, протягивающиеся в северо-восточных румбах.

К первой группе отнесены Сулино-Константиновский и Северный глубинные разломы. Главной особенностью этих разломов, определяющих размещение и локализацию Кондаковской и других рудно-магматических систем, является правосторонняя кинематика [Троценко, 2019]. Вторая группа разрывов является наиболее многочисленной. Это Кондаковский взбросо-сдвиг и серия сравнительно мелких нарушений, оперяющих Персияновский глубинный разлом со стороны его северного крыла. Эти разломы образуются в зонах свободных изгибов правостороннего сдвига [Woodcock, Fischer, 1986]. На глубине они соединяются между собой и сопрягаются с главным разломом, образуя структуру растяжения в виде системы поперечных относительно глубинного разлома сбросов и сбросо-сдвигов. В соответствии с моделью, изображенной на рис. 2 [Sylvester, 1988], данное сочетание разломов представляет собой присдвиговую транстенсионную структуру растяжения типа веера сбросов, являющуюся структурной основой Кондаковской РМС [Парада, 2023].

Магматические породы на площади Чернореченского рудопроявления пользуются сравнительно широким распространением, залегая в отложениях карбона в форме

штоков, силлов, даек и жил. Представлены они двумя характерными комплексами: несветаевским андезит-трахиандезитовым и миусско-керчикским лампрофировым. Первый представлен субвулканической фацией штоками, дайками и силлами, а второй встречается лишь в форме маломощных даек и жил [Лихачев, 1983].

Геологическую основу рудопроявления составляют два малых штока интрузивных пород (Южный и Северный), которые располагаются в центральной части Кондаковской РМС и, по-видимому, имеют единый очаг.

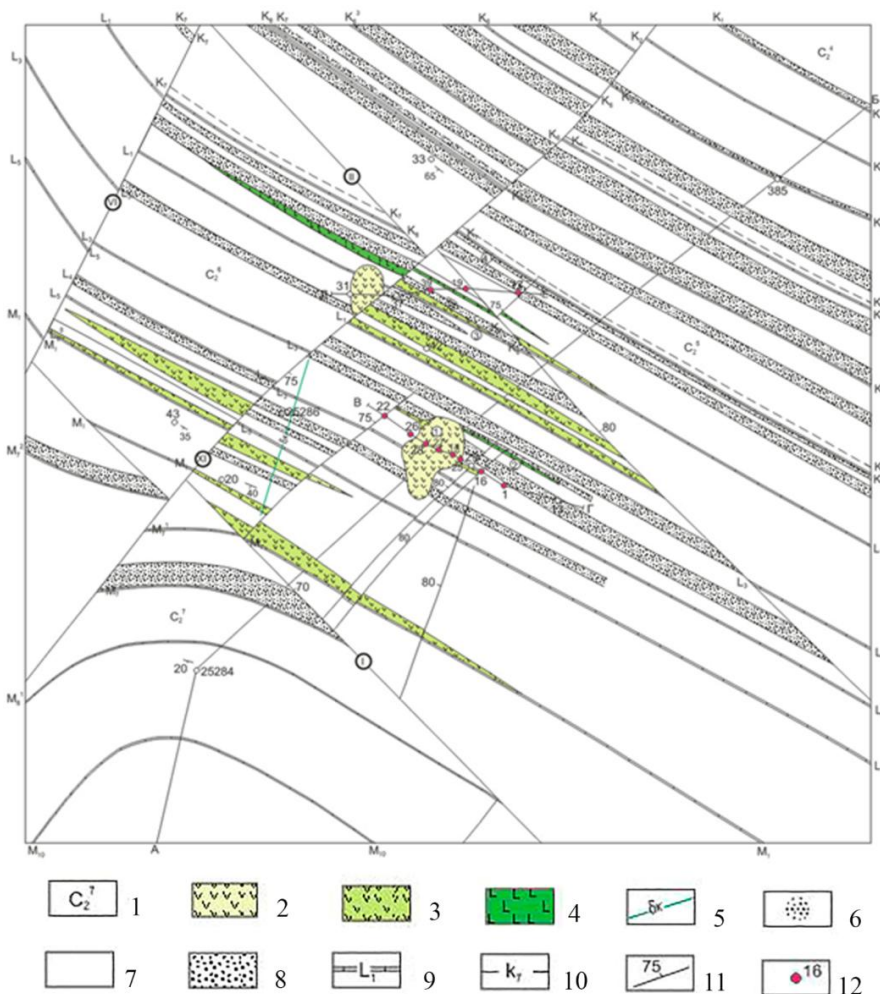


Рис. 1. Геологическая карта Чернореченского рудопроявления:

1 – отложения каменноугольной системы с индексами свит: глинистые, песчано-глинистые сланцы, песчаники; 2–4 – несветаевский андезит-трахиандезитовый комплекс: 2 – андезито-дациты; 3 – андезиты; 4 – андезито-базальты; 5 – лампрофировый комплекс: спессартиты; 6 – кварцевые и кварц-глауконитовые пески (на разрезе); 7 – глинистые, песчано-глинистые сланцы (на разрезе); 8 – песчаники (на разрезе); 9 – пласты известняков; 10 – угольные пласты; 11 – рудные зоны и их номера; 12 – буровые скважины, вскрывшие рудные зоны с повышенными содержаниями золота, и их номера. Римские цифры в кружках – номера разломов: I – Сулино-Константиновский, II – Северный оперяющий, VI – Кондаковский, VII – Висловский, XI – Короткий /

Fig. 1. Geological map of the Chernorechensk ore occurrence:

1 – deposits of the carboniferous system with indices of formations: clay, sandy-clay shales, sandstones; 2–4 – Nesvetaevsky andesite-trachyandesite complex: 2 – andesite-dacites; 3 – andesites; 4 – andesite-basalts; 5 – lamprophyry complex: spessartites; 6 – quartz and quartz-glaucanite sands (in the section); 7 – clay, sandy-clay shales (in the section); 8 – sandstones (in the section); 9 – limestone layers; 10 – coal seams; 11 – zones of ore mineralization and their numbers; 12 – drilling wells that have uncovered ore zones with high gold content, and their numbers. The Roman numerals in the circles are the fault numbers: I – Sulino-Konstantinovsky, II – Northern feathering, VI – Kondakovsky, VII – Vislovsk, XI – Korotky

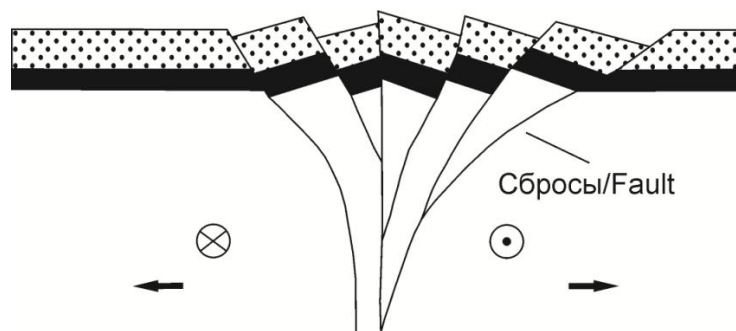


Рис. 2. Модель присдвиговой транстензионной структуры растяжения типа веера сбросов (по [Sylvester, 1988]). Кружок с точкой в центре показывает направление движения крыла на наблюдателя, с крестиком – от наблюдателя /

Fig. 2. A model of a thrust-displacement stretching structure of the discharge fan type (according to [Sylvester, 1988]). A circle with a dot in the center shows the direction of movement of the wing towards the observer, with a cross – from the observer

Этот очаг расположен от поверхности карбона на глубине не более 25 км, судя по отображению их в аномалии магнитного поля и расчетным данным температуры точки Кюри [Парада, 2023], что соответствует данным изучения теплового поля Донбасса в пределах Донецкой и Луганской народных республик [Гордиенко и др., 2015]. Наиболее крупным является Южный шток. Он имеет слегка вытянутую в меридиональном направлении конфигурацию протяженностью до 350 м при максимальной ширине 150–200 метров. Западный и восточный контакты его обладают почти вертикальным падением с едва заметным наклоном на восток; южный же контакт, судя по изолиниям аномального магнитного поля, погружается в южном направлении под более пологими углами, составляющими 60–70°.

Северный шток имеет меньшие размеры (190×130 м) и несколько вытянутую с юга на север форму. По данным буровых скважин, падение контактов его крутое, приближающееся к вертикальному залеганию.

Из других рвущих тел андезито-трахиандезитового комплекса выявлены две дайки, деформирующие не только отложения карбона, но и описанные выше андезито-дациты, вблизи которых они располагаются. Простираение этих даек совпадает с простираением вмещающих пород, падение слабо секущее под острым углом.

Одна из этих даек установлена в районе Южного штока, где прослежена по простираению профилем скважин на расстоянии более 450 м. Мощность ее, достигая 20 м, постепенно уменьшается в восточном направлении, где не превышает 5–6 м. На западном фланге эта дайка прорывает андезито-дациты Южного штока. Вторая дайка фиксируется в районе Северного штока и вскрыта здесь буровой скважиной. Мощность ее не превышает 10 м, протяженность не установлена. Обе дайки сложены андезито-базальтами серого, буровато-серого цвета, плотными и крепкими, с порфиоровыми выделениями плагиоклазов и роговой обманки.

В центральной части рудного поля, в районе штоков, развиты силлы андезитов серого, зеленовато-серого цвета с массивной текстурой, порфиоровой и порфиоровидной структурой. Залегая согласно с вмещающими породами, силлы на поверхности каменноугольных отложений прослеживаются в виде часто выклинивающихся полос различной ширины и протяженности. Мощности силлов достигают по отдельным сечениям 30–40 и даже 60 м. Протяженности их по данным магнитной съемки

колеблются в широких пределах от 200–250 до 1700–2000 и даже более метров. Ширина полосы развития силлов достигает 1400–1500 м.

Миусско-керчикский лампрофировый комплекс интрузивных пород на площади Чернореченского рудопроявления представлен единичными дайками спессартита мощностью около 20 м.

В составе Чернореченского рудопроявления выявлены четыре параллельные рудные зоны северо-западного простирания (рис. 3). Протяженность зон от 550 до 900 м, мощность – от 10 до 145 м. Рудные зоны представлены тектонически нарушенными и метасоматически измененными породами карбона, приуроченными к экзо- и эндоконтактам штоков андезитов-дацитов. Иногда такие зоны пересекают интрузивные штоки.

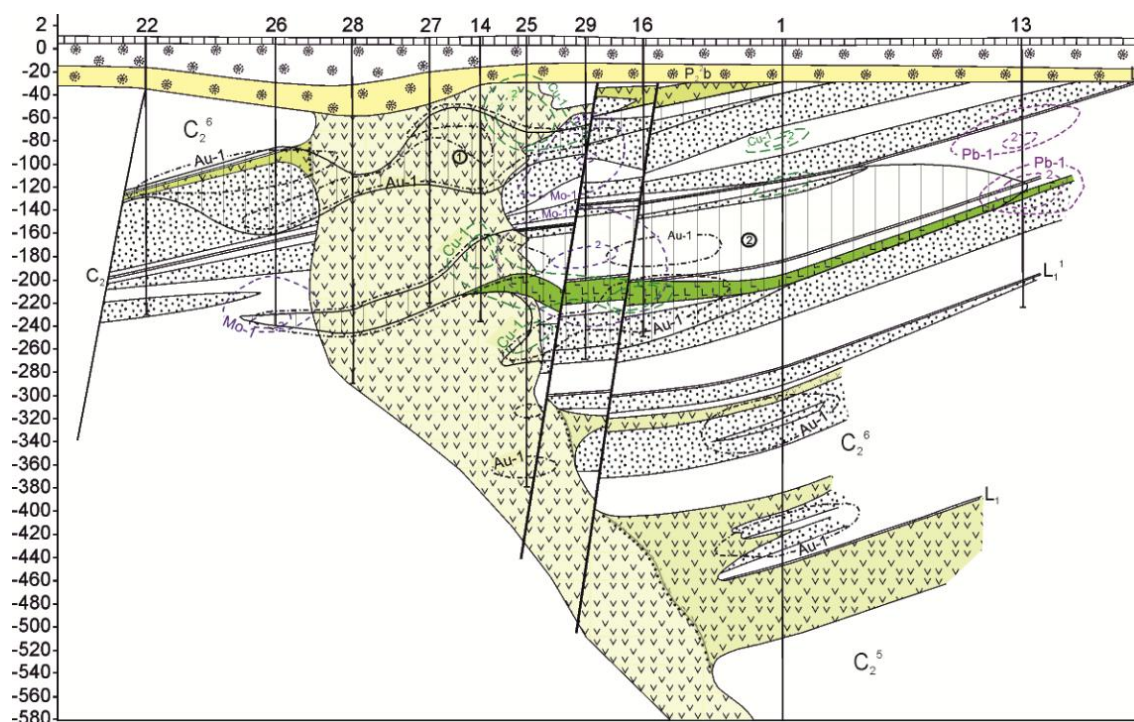


Рис. 3. Положение рудных зон Чернореченского рудопроявления относительно интрузивных пород Южного штока по линии буровых скважин. Условные обозначения приведены на рис. 1 /

Fig. 3. The position of the ore zones of the Chernorechensk ore occurrence relative to the intrusive rocks of the Southern stock along the line of drilling wells. The symbols are shown in Fig. 1.

Золотоносная минерализация представлена прожилками и вкрапленностью преобладающего пирита, а также халькопирита, галенита и сфалерита. Содержания золота в зонах достигают 8 г/т, серебра – 6,6 г/т. Распределение золота крайне неравномерное.

В пределах Чернореченского рудопроявления по результатам документации керн-скважин и изучения прозрачных и полированных шлифов, а также по аналогии с результатами, полученными по другим более изученным золотоносным объектам Донбасса [Лазаренко и др., 1975; Бутурлинов, 1984; Труфанов и др., 1987; Терентенко и др., 1987; Грановская, 1992; и др.] предварительно можно выделить три типа гидротермально-метасоматических преобразований: контактово-метасоматический, метасоматически-гидротермальный и гидротермальный.

Контактово-метасоматический тип, можно отнести к наиболее раннему этапу преобразования пород Чернореченского рудопоявления. Они связаны с внедрением в юрское время ранней фазы малых интрузивов несветаевского андезит-трахиандезитового комплекса. С их внедрением связано образование экзо- и эндоконтактовых скарнов и роговиков, а также высокотемпературной сульфидной минерализации на контактах штоков андезито-дацитов и даек андезито-базальтов. Контактным изменениям подвержены как вмещающие осадочные, так и прорывающие их интрузивные образования, хотя и в гораздо меньшей степени. Мощности экзоконтактовых зон метасоматических изменений достигают первых десятков метров, увеличиваясь или уменьшаясь в зависимости от первичного состава пород. Мощности эндоконтактовых зон измеряются первыми сантиметрами, реже десятками сантиметров.

Характер изменений и состав новообразованных метасоматитов зависит от состава исходных пород. При этом в сланцевых пачках зона изменений шире, чем в песчаниках. По сланцам развиваются кварц-амфибол-слюдистые метасоматиты, по песчаникам – биотитовые роговики, по известнякам – гранатовые и пироксен-гранатовые скарны. Рудные минералы в виде тонкой рассеянной неравномерной вкрапленности являются постоянным компонентом кварц-амфибол-слюдистых метасоматитов и представлены пиритом или сростками пирита и пирротина. В качестве аксессуарных минералов здесь обнаруживаются циркон, апатит, сфен, иногда корунд и шеелит. В скарнах присутствуют пирит, пирротин, халькопирит.

Контактово-метасоматический тип изменений представлен относительно небогатым, но специфическим набором минералов. Нерудные минералы представлены кварцем, кальцитом, полевым шпатом, гранатом, пироксеном, хлоритом. Рудные минералы можно объединить в две наиболее устойчивые ассоциации: пирротиновую и молибденитовую, очень близкие по времени образования, часто наложенные одна на другую.

Пирротиновая ассоциация представлена вкрапленностью, реже тонкими извилистыми прожилками халькопирит-пирит-пирротинового состава. Ведущим минералом ассоциации является пирротин, который выделяется в основном в виде вкрапленников, кристаллически-зернистых агрегатов, сплошных колломорфных масс, реже тонких прожилков. Как правило, зерна пирротина замещаются пиритом и более поздним марказитом, приуроченным к краевой части зерен или к сети тонких трещин в них.

В ороговикованных песчаниках и магматических породах пирротин образует густую вкрапленность, обуславливая сидеролитовую структуру. В кварц-амфибол-слюдистых метасоматитах и гранатовых скарнах распределение рудных минералов представляет гнездовой характер в виде кристаллических зернистых агрегатов.

Халькопирит развивается в краевых частях пирротиновых выделений и в основной части породы, где он образует пойкилитовые структуры с нерудными компонентами или участвует в строении сидеронитовой структуры. В последнем случае зерна халькопирита неправильно угловатые, с извилистыми ограничениями, размер выделений 0,02–0,15 мм.

Молибденитовая ассоциация носит прожилковый характер и представлена молибденитом, пиритом, халькопиритом. Ведущим минералом является молибденит.

Основным жильным минералом является кварц, среди второстепенных можно назвать полевой шпат, карбонаты, чаще анкерит, подчиненное значение имеют пироксены, гранаты, хлориты, шеелит.

Прожилки, имеющие незначительную мощность (до 1 см) и различную ориентировку, характеризуются зональным строением. Центральные части прожилков сложены кристаллическим кварцем, который из-за тонкочешуйчатых выделений молибденита приобретает голубоватую окраску. Минеральный состав в зальбандах прожилков зависит от состава вмещающих пород. Так, в андезито-дацитах и ороговикованных песчаниках в роли жильного материала в зальбандах кварцевых прожилков выделяется полевой шпат (ортоклаз-пертит), в скарнах – это карбонаты с примесью амфиболов, пироксенов, гранатов, шеелита. К зальбандам также приурочены рудные минералы: пирит, халькопирит. Наблюдалась и обратная зональность прожилков. Например, в приконтактных частях Южного штока в андезито-дацитах встречены несколько прожилков кварц-полевошпатового состава, где ортоклаз выполняет центральную часть.

Молибденит отмечается в кварце, где он выделяется в форме удлиненных чешуек размером 0,03–0,06 мм, реже достигает 0,2 мм; в скоплениях образует розетковидные агрегаты. Пирит и халькопирит приурочены к зальбандам прожилков и образуют кристаллически-зернистые выделения в карбонатах, полевошпате, причем халькопирит выделялся позже пирита, окаймляя зерна пирита.

Термометрические исследования включений в кварце из кварц-полевошпатовых жил, локализованных в контактово-измененных песчаниках и андезитах, проведенные ранее по Чернореченскому и другим рудопроявлениям Донбасса [Труфанов и др., 1987; Грановская, 1992; и др.], показали, что в кварце помимо обычных двухфазных (газово-жидких) и трехфазных (жидкость-газ-твердая фаза) включений, присутствуют расплавные стекловатые и раскристаллизованные включения, свидетельствующие о магматическом происхождении. При их нагревании наблюдается плавление и, далее, появление газовых пузырей, которые гомогенизируются в стекло при 1100 °С. Температура образования кварцев из этих жил установлена в 650–700 °С.

Метасоматически-гидротермальный этап является вторым этапом преобразования вещественного состава пород Чернореченского рудопроявления и выразился в формировании линейных обособленных зон метасоматитов, развитых как по осадочным, так и по изверженным породам.

Возраст этих образований, судя по данным, полученным на однотипном Керчикском рудопроявлении, укладывается в интервал 165–186 миллионов лет [Зеленщиков и др., 2001] и, следовательно, является юрским, что совпадает со временем становления малых интрузивов, в ореоле влияния которых и располагаются упомянутые выше рудные зоны. Как и в отношении ранее описанного контактово-метасоматического этапа здесь тоже выделяются две стадии – метасоматическая и гидротермальная.

Продукты метасоматической стадии данного этапа имеют широкое распространение в пределах Чернореченского проявления и приурочены к тектоническим зонам повышенной проницаемости. Всего выявлены 4 таких зоны, параметры которых приведены выше. Глинистые и песчано-глинистые сланцы в зонах развития метасоматоза образуют по мере возрастания степени преобразований непрерывный ряд пород: сланцы слабо измененные – кварц-серицитовые метасоматиты – кварц-хлорит-серицитовые метасоматиты.

Слабо измененные сланцы макроскопически почти не отличаются от неизмененных разностей, становясь лишь более плотными, утрачивая четкость признаков

первичной слоистости и сланцеватости. Под микроскопом их отличает частичное преобразование глинистых минералов гидрослюдистого состава в серицит. При наиболее интенсивном метасоматозе сланцы превращаются в кварц-серицитовые и кварц-хлорит-серицитовые образования.

Метасоматически измененные песчаники представляют собой очень крепкие, массивные кварцитовидные породы светло-серого, серого цвета.

Пласты известняков в зонах метасоматоза превращены в пироксен-амфиболовые скарны, представляющие собой плотные, крепкие породы от светло- до темно-серого цвета с зеленоватым оливковым оттенком.

Метасоматическим изменениям в зонах повышенной трещиноватости, помимо осадочных пород, подверглись и магматические образования. Характерной чертой, отличающей Чернореченское рудопроявление от более изученного Керчикского, является слабое развитие процессов метасоматоза в изверженных породах. Метасоматоз здесь носит локальный характер, приурочен к трещинам, мощность около трещинных зон изменения составляет первые десятки сантиметров, редко достигает первых метров.

Гидротермальная стадия является завершающей для гидротермально-метасоматического этапа и привела к образованию низкотемпературных существенно пиритовых и пирит-кварц-карбонатных прожилков, секущих вмещающие кварц-серицитовые и кварц-хлорит-серицитовые метасоматиты и измененные песчаники. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, марказитом. Они выделяются в виде вкрапленности в метасоматитах и концентрируются в прожилках, где жильный материал представлен карбонатами (кальцитом и анкеритом), хлоритом, серицитом, реже присутствует кварц.

В процессе рудоотложения образовалось несколько типичных ассоциаций минералов, часто накладывающихся друг на друга или секущих друг друга. Подобное явление объясняется тем, что отложение рудных и жильных минералов происходило на фоне последовательных тектонических подвижек, о чем свидетельствуют структуры пересечения, катаклиз и дробление компонентов ранних ассоциаций с последующей цементацией обломков минералами последующих ассоциаций. Из наиболее достоверных и четких парагенетических ассоциаций выделяются три: арсенопиритовая, полиметаллическая и поздняя пиритовая.

Арсенопиритовая ассоциация приурочена к субвертикально ориентированным прожилкам, пересекающим метасоматически измененные песчаники. Из рудных минералов в данном случае характерны арсенопирит и пирит. Арсенопирит образует удлиненно-призматические кристаллы. Пирит образует взаимные прорастания с арсенопиритом, а также слагает отдельные прожилки сложной морфологии. Из нерудных минералов к данной ассоциации можно отнести кварц и кальцит.

Полиметаллическая ассоциация представлена сфалеритом, галенитом, пиритом и халькопиритом в составе прожилков кварцевого и кварц-кальцитового состава.

Поздняя пиритовая ассоциация представлена пиритом и марказитом в составе субвертикальных существенно сульфидных прожилков, а также в ассоциации с такими низкотемпературными минералами, как кальцит, сидерит, цеолиты, хлорит, тальк, дикцит. Эти прожилки, являясь самыми поздними, секут все другие гидротермально-метасоматические образования.

Температуры кристаллизации кварца из кварц-карбонатных прожилков полиметаллической ассоциации, установленные методом гомогенизации включений, со-

ставляют 290–306 °С и 149–157 °С [Труфанов и др., 1987]. Это свидетельствует в пользу разделения полиметаллической ассоциации на раннюю и позднюю. Температуры минералообразования двух других ассоциаций гидротермального этапа, по аналогии с гидротермалитами Керчического рудопроявления [Грановская, 1992] составляют: арсенопиритовая – 420–500 °С, поздняя пиритовая – 60–120 °С.

Заключение

1. Чернореченское рудопроявление золота входит в состав Кондаковской рудно-магматической системы, основу которой составляет присдвиговая транстензионная структура растяжения типа веера сбросов, именуемая в геологических отчетах Кондаковским поперечным поднятием, и малые интрузивные тела андезитового и андезит-дацитового состава юрского возраста.

2. В составе рудопроявления выявлены четыре рудные зоны северо-западного простирания протяженностью от 550 до 900 м, мощностью от 10 до 145 м. Рудные зоны представлены тектонически нарушенными и метасоматически измененными породами, приуроченными к экзо- и эндоконтактам штоков андезито-дацитов. Иногда такие зоны пересекают интрузивные штоки.

3. Золотоносная минерализация в рудных зонах представлена прожилками и вкрапленностью пирита (преобладает), а также подчиненными количествами халькопирита, галенита, сфалерита и единичными включениями некоторых других рудных минералов. Содержания золота в зонах достигают 8 г/т, серебра – 6,6 г/т. Распределение золота крайне неравномерное. По указанным признакам рудообразование можно отнести к сульфидно-прожилково-вкрапленному минерально-морфологическому типу.

Литература

1. Артеменко В.М., Юдин В.В. Особенности геодинамики и металлогении Донецкой складчатой области. // Литосфера. – 2000. – № 13. – С. 80–86.
2. Бутурлинов Н.В. Эволюция магматизма, минеральных ассоциаций и эндогенного рудообразования в Донецком бассейне. // Минералогия рудных месторождений Украины. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 36–44.
3. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В. Тепловое поле Донбасса. // Геофизический журнал. – 2015. – Т. 37. № 6. – С. 3–23.
4. Гребенников А.В., Ханчук А.И. Геодинамика и магматизм трансформных окраин тихоокеанского типа: основные теоретические аспекты и дискриминантные диаграммы. // Тихоокеанская геология. – 2021. – Т. 40. № 1. – С. 3–24. DOI: 10.30911/0207-4028-2021-40-1-3-24.
5. Грановская Н.В. Минералогия и термобарогеохимия золотого рудообразования в Юго-Восточном Донбассе. // Записки всероссийского минералогического общества. – 1992. – Т. 121. № 4. – С. 29–42.
6. Зеленщиков Г.В., Курбанов Н.К., Кучеровский П.Г., Радаева Т.П. Перспективы золотоносности Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена. // Руды и металлы. – 2001. – № 2. – С. 26–35.
7. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна. Киев: Наукова Думка, 1975. – Ч. II. 500 с.
8. Лихачев В.А. Петрологические особенности магматических пород Восточного Донбасса в связи с вопросами его рудоносности. // Сб. «Геология и полезные ископаемые Нижнего Дона». – 1983. – С. 13–17.

9. Невалённый Ю.В. Ресурсы металлических полезных ископаемых. // Проблемы и перспективы комплексного освоения минеральных ресурсов Восточного Донбасса. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. – С. 71–84.
10. Парада С.Г. Особенности локализации интрузивных пород и рудопроявлений Восточного Донбасса. // Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». М.: ИИЕТ РАН, 2023. – С. 141–148. DOI: 10.26200/GSTOU.2023.18.27.100.
11. Парада С.Г., Гамбург К.Ю. Рудно-магматические системы Восточного Донбасса. // Геология и геофизика Юга России. – 2023. – Т. 13. № 2. – С. 95–105. DOI: 10.46698/VNC.2023.84.41.008.
12. Терентенко Н.А., Лихачев В.А., Зеленщиков Г.В. Литолого-структурные условия локализации цветных и благородных металлов на Керчикском рудопроявлении. // Геологическое строение и полезные ископаемые Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 1987. – С. 90–95.
13. Трощенко В.В. Анализ морфологии сместителей и кинематики относительных перемещений крыльев тектонических разрывов угленосных толщ. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 8. – С. 277–283.
14. Трощенко В.В. О сдвиговой деформации Донецкого складчатого сооружения. // Труды РАНИМИ. – 2019. – № 8–2 (23). – С. 128–131.
15. Труфанов В.Н., Куршев С.А., Майский Ю.Г., Ушак А.Т. Научные основы генетической информативности природных систем «минерал – флюид». // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. – 1987. – № 3. – С. 107–115.
16. Юдин В.В. Геодинамика Южного Донбасса. Киев: Укр.ГГРИ, 2003. – 92 с.
17. Granovsky A.G. Magmatism and stages of the tectonic evolution in the Donets folded structure, Eastern Donets basin. // Geotectonics. – 2018. – Vol. 52. No. 4. – pp. 485–498.
18. Sainot A., Stephenson R., Stovba S., Maistrenko Yu. Structures associated with inversion in the Donbass fold belt (Ukraine and Russia). // Tectonophysics. – 2003. – Vol. 373. – pp. 181–207.
19. Sylvester A.G. Strike-slip faults. // Bulletin of Geological Society of America. – 1988. – Vol. 100. No. 11. – pp. 1666–1703.
20. Woodcock N.H., Fischer M. Strike-Slip Duplexes. // Journal of Structural Geology. – 1986. – No. 8. – pp. 725–735. DOI: 10.1016/0191-8141(86)90021-0.

Reference

1. Artemenko V.M., Yudin V.V. Peculiar features of geodynamics and metallogeny of the Donetsk folded area. Lithosphere. 2000. No. 13. pp. 80–86. (In Russ.)
2. Buturlinov N.V. Evolution of magmatism, mineral associations and endogenous ore formation in the Donetsk basin. Mineralogy of ore deposits of Ukraine. Kiev. Naukova Dumka. 1984. pp. 36–44. (In Russ.)
3. Gordienko V.V., Gordienko I.V., Zavgorodnyaya O.V. Thermal field of Donbass. Geophysical Journal. 2015. Vol. 37. No. 6. pp. 3–23. (In Russ.)
4. Grebennikov A.V., Khanchuk A.I. Geodynamics and magmatism of Pacific-type transform margins: the main theoretical aspects and discriminant diagrams. Pacific geology. 2021. Vol. 40. No. 1. pp. 3–24. 10.30911/0207-4028-2021-40-1-3-24. (In Russ.)
5. Granovskaya N.V. Mineralogy and thermobarogeochemistry of gold mineralization in the South-Eastern Donbass. Notes of the All-Russian Mineralogical Society. 1992. Vol. 121. No. 4. pp. 29–42. (In Russ.)
6. Zelenshchikov G.V., Kurbanov N.K., Kucherevsky P.G., Radaeva T.P. Prospects for the gold potential of the Pripyat-Dnieper-Donets aulacogen. Ores and metals. 2001. No. 2. pp. 26–35. (In Russ.)

7. Lazarenko E.K., Panov B.S., Pavlishin V.I. Mineralogy of the Donetsk Basin. Kiev. Naukova Dumka. 1975. P. II. 500 p. (In Russ.)
8. Likhachev V.A. Petrological features of igneous rocks of the Eastern Donbass in connection with the issues of its ore content. In: Proceedings of the Geology and Mineral Resources of the Lower Don. 1983. pp. 13–17. (In Russ.)
9. Nevalenny Yu.V. Metallic Mineral Resources. In: Problems and prospects for the integrated development of mineral resources of Eastern Donbass. Rostov-on-Don. SSC RAS. 2005. pp. 71–84. (In Russ.)
10. Parada S.G. Features of localization of intrusive rocks and ore occurrences of Eastern Donbass. In: Proceedings of the XIII All-Russian scientific and technical conference with international participation "Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus". Moscow. IIET RAS. 2023. pp. 141–148. DOI: 10.26200/GSTOU.2023.18.27.100. (In Russ.)
11. Parada S.G., Hamburg K.Yu. Ore-magmatic systems of the copper-porphyry type of the Greater Caucasus. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2023. Vol. 13. No. 2. pp. 95–105. DOI: 10.46698/VNC.2023.84.41.008. (In Russ.)
12. Terentenko N.A., Likhachev V.A., Zelenshchikov G.V. Lithological and structural conditions of localization of base and noble metals in the Kerchik ore occurrence. *Geological Structure and Mineral Resources of the Rostov Region*. Rostov-on-Don. RGU. 1987. pp. 90–95. (In Russ.)
13. Troshchenko V.V. Analysis of displacement morphology and kinematics of relative displacements of wings of tectonic fractures of coal-bearing strata. *Mining information-analytical bulletin*. 2009. No. 8. pp. 277–283. (In Russ.)
14. Troshchenko V.V. On the shear deformation of the Donetsk folded structure. In: Proceedings of the RANIMI. 2019. No. 8-2 (23). pp. 128–131. (In Russ.)
15. Trufanov V.N., Kurshev S.A., Maisky Y.G., Ushak A.T. Scientific bases of genetic informativeness of natural systems "mineral - fluid". *Izvestiya SKNTS VS. Natural Sciences*. 1987. No. 3. pp. 107–115. (In Russ.)
16. Yudin V.V. *Geodynamics of Southern Donbass*. Kiev. Ukr.GGRI. 2003. 92 p. (In Russ.)
17. Granovsky A.G. Magmatism and stages of the tectonic evolution in the Donets folded structure, Eastern Donets basin. *Geotectonics*. 2018. Vol. 52. No. 4. pp. 485–498.
18. Saintot A., Stephenson R., Stovba S., Maistrenko Yu. Structures associated with inversion in the Donbass fold belt (Ukraine and Russia). *Tectonophysics*. 2003. Vol. 373. pp. 181–207.
19. Sylvester A.G. Strike-slip faults. *Bulletin of Geological Society of America*. 1988. Vol. 100. No. 11. pp. 1666–1703.
20. Woodcock N.H., Fischer M. Strike-Slip Duplexes. *Journal of Structural Geology*. 1986. No. 8. pp. 725–735. DOI: 10.1016/0191-8141(86)90021-0.