

УДК: 553.411

DOI: 10.46698/VNC.2024.57.92.010

Оригинальная статья

Золотоносные и потенциально золотоносные минерализации в черносланцевой толще Арсикомского рудного поля (Северный Кавказ)

С.Г. Парада 

Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН,
Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: maurmar@yandex.ru

Статья поступила: 19.02.2024, доработана: 01.04.2024, принята к публикации: 02.04.2024

Резюме: Актуальность исследования определяется необходимостью создания научно-методической основы для разработки новых методов прогноза, поиска и оценки новых типов золотоносных руд в черносланцевых толщах Северного Кавказа. Накопленный за последнее время геологический материал в совокупности с положительными результатами поисковых работ последних лет на Северном Кавказе дает возможность путем анализа и обобщений приблизиться к разработке региональных генетических и геолого-поисковых моделей золоторудных месторождений крупнообъемного черносланцевого типа на основе современных концепций, учитывающих геолого-геофизические и минерагенические особенности Северного Кавказа. **Цель:** дать обобщенную характеристику выявленных потенциально золотоносных минерализаций, локализованных в черносланцевых породах нижней юры, на примере циклаурской свиты в пределах Арсикомского рудного поля. Необходимость всестороннего изучения вещественного состава, геологических условий локализации золотоносных минерализаций различных минерально-морфологических типов в черносланцевых толщах определяется в связи с гипотезой полигенно-полихронного рудообразования, разработанной ранее на примере других регионов. **Методы.** Геологический анализ результатов поисковых работ в пределах территорий Арсикомского рудного поля на основе современных минерагенических концепций с использованием результатов полевых геологических наблюдений и документации коренных обнажений и горных выработок. **Результат.** Установлено, что золотоносные и потенциально золотоносные минерализации Арсикомского рудного поля в подавляющем большинстве представлены кварцево-жильно-прожилковым минерально-морфологическим типом золотого оруденения. Кварцево-жильно-прожилковые зоны, отдельные кварцевые жилы и прожилки избирательно локализируются в углеродистых сланцах циклаурской свиты. Большинство из них практически повсеместно подверглись складчатому и разрывным деформациям вместе с вмещающими породами, образуя минерализованные тектонические зоны. При этом отмечается литологический контроль оруденения, – при переходе из черных сланцев в вулканогенные породы циклаурской свиты кварцевые жилы выклиниваются, а минерализованные зоны продолжают в виде области повышенной трещиноватости и брекчирования, сцементированной поздними карбонатами, хлоритами, халцедоном, гидроокислами железа. Показано, что проявления пирротиновой минерализации вкрапленного типа, избирательно проявленной в углеродистых алевролитах средней части вулканогенно-терригенного разреза циклаурской свиты могут представлять интерес в качестве одного из перспективных типов потенциально золотоносных и платиноидоносных минерализаций.

Ключевые слова: черносланцевая толща, золотоносность, минерально-морфологический тип оруденения, кварцево-жильно-прожилковый, сульфидно-вкрапленный, минерализованные тектонические зоны.

Благодарности: Статья подготовлена в рамках государственного задания на научно-исследовательские работы Геофизического института ВНЦ РАН.

Для цитирования: Парада С.Г. Золотоносные и потенциально золотоносные минерализации в черносланцевой толще Арсикомского рудного поля (Северный Кавказ). *Геология и геофизика Юга России*. 2024. 14(2): 131-142. DOI: 10.46698/VNC.2024.57.92.010

DOI: 10.46698/VNC.2024.57.92.010

Original paper

Gold-bearing and potentially gold-bearing mineralization in the Black Shale thickness of the Arsikom ore field (North Caucasus)

S.G. Parada 

Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Center, Russian Academy of Sciences,
93 a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russian Federation,
e-mail: maurmar@yandex.ru

Received: 19.02.2024, revised: 01.04.2024, accepted: 02.04.2024

Abstract: The relevance of the research is determined by the need to create a scientific and methodological basis for the development of new methods for forecasting, searching and evaluating new types of gold-bearing ores in the black shale strata of the North Caucasus. The recently accumulated geological material, combined with the positive results of prospecting in recent years in the North Caucasus, makes it possible, through analysis and generalizations, to approach the development of regional genetic and geological prospecting models of large-volume black shale gold deposits based on modern concepts that take into account the geological, geophysical and mineragenic features of the North Caucasus. **Objective.** To give a generalized characterization of the identified potentially gold-bearing mineralizations localized in the Black shale rocks of the Lower Jurassic using the example of the Cyclaurian suite within the Arsikom ore field. The need for a comprehensive study of the material composition, geological localization conditions of localization of gold-bearing mineralizations of various mineral and morphological types in black shale strata is determined in connection with the hypothesis of polygenic polychronous ore formation, developed earlier on the example of other regions. **Methods.** Geological analysis of the results of prospecting operations within the territories of the Arsikom ore field based on modern mineragenic concepts using the results of field geological observations and documentation of indigenous outcrops and mine workings. **Result.** It has been established that the gold-bearing and potentially gold-bearing mineralizations of the Arsikom ore field are overwhelmingly represented by a quartz-veined and veinlet-disseminated mineral-morphological type of gold mineralization. Quartz-veined and veinlet-disseminated zones, individual quartz-veined and veinlet-disseminated are selectively localized in carbonaceous shales of the Cyclaurian formation. Most of them have almost universally undergone folded and discontinuous deformations together with the host rocks, forming mineralized tectonic zones. At the same time, lithological control of mineralization is noted - during the transition from black shales to volcanogenic rocks of the Cyclaurian formation, quartz veins disappear, and mineralized zones continue as an area of increased fracturing and brecciation, cemented with late carbonates, chlorites, chalcedony, iron hydroxides. It is shown that manifestations of pyrrhotite mineralization of the interspersed type selectively manifested in carbonaceous siltstones of the middle part of the volcanogenic-terrigenous section of the Cyclaurian formation may be of interest as one of the promising types of potentially gold-bearing and platinum-bearing mineralizations.

Keywords: black shale strata, gold content, mineral and morphological type of mineralization, veined and veinlet-disseminated, sulfide-interspersed, mineralized tectonic zones.

Acknowledgements: The article was prepared as part of the state assignment for research work of the Geophysical Institute of the VSC RAS.

For citation: Parada S.G. Gold-bearing and potentially gold-bearing mineralizations in the Black Shale thickness of the Arsikom ore field (North Caucasus). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2024. 14(2): 131-142. DOI: 10.46698/VNC.2024.57.92.010

Введение

Центральная часть горной области Северного Кавказа представляет собой регион, наиболее насыщенный рудами цветных и редких металлов. Вместе с тем, в последние годы в регионе обнаружены проявления золота различных геолого-промышленных типов, в том числе наиболее перспективных, так называемых «крупнообъемных в черносланцевых комплексах» [Гурбанов и др., 2020; Черкашин и др., 2022 и др.]. Накопленный за последнее время геологический материал в совокупности с положительными результатами поисковых работ последних лет на Северном Кавказе дает возможность путем анализа и обобщений приблизиться к разработке региональных генетических и геолого-поисковых моделей золоторудных месторождений крупнообъемного черносланцевого типа на основе современных концепций, учитывающих геолого-геофизические и минерагенические особенности Северного Кавказа.

Современное состояние в области исследования золотого оруденения в черносланцевых толщах сводится к многообразию трактовок его генезиса и методов оценок промышленного потенциала месторождений. Если в отношении промышленного потенциала существует практически единодушное мнение о значительных перспективах таких месторождений, подтверждаемых результатами поисковых и геологоразведочных работ, то в отношении их генезиса мнения сильно различаются. Дело в том, что во многих таких месторождениях обнаруживаются признаки как седиментагенного, так и вулканогенно-осадочного, метаморфогенного и магматогенно-гидротермального происхождения. Объединение этих фактов нашло отражение в примеряющей гипотезе их полигенно-полихронного формирования [Курбанов и др., 1992; Кряжев, 2017; Voisey et al., 2020 и др.]. В связи с предложенной гипотезой, становится очевидной необходимость всестороннего изучения вещественного состава, геологических условий локализации золотоносных минерализаций различных минерально-морфологических типов в черносланцевых толщах.

Материал и методы

Статья подготовлена на основе изучения отчетов о поисковых работах на рудное золото на территориях республик Северного Кавказа, в том числе отчетов АО «Севосгеологоразведка», а также материалов автора, полученных в ходе полевых работ. Анализ материалов осуществлялся с учетом опыта автора, полученного в ходе многолетних исследований золоторудных месторождений в черносланцевых толщах различных регионов России. При этом использовались геологические, минералогические и геохимические методы, а также полевые геологические наблюдения и документация коренных обнажений.

Результаты и обсуждение

Арсикомское рудное поле располагается в пределах Адайхох-Дарьяльской структурно-формационной зоны. Структурный план площади определяется пересечением северо-западных зон правосдвиговых деформаций и субширотных зон Адайком-Казбекской разломной зоны, а также сопутствующих им разломов более высоких порядков и широко развитой системы малоамплитудной оперяющей разломной тектоники. Определенную роль в строении площади играют и сильно сжатые, наклонённые и опрокинутые на юг субширотные складки.

В геологическом строении рудного поля доминируют глинистые сланцы с редкими маломощными прослоями и пачками мелкозернистых песчаников. Накопление терригенно-глинистой толщи, сопровождаемое синхронным базитовым магматизмом, происходило в условиях компенсированного прогиба, о чём свидетельствуют значительные мощности развитых здесь отложений. Возраст этих образований определяется, как нижнеюрский и они выделяются, как циклаурская свита (J_1ck).

Рассматриваемая толща прорвана ранне-среднеюрскими габброидами казбекского комплекса, слагающими дайковые тела и штоки гипабиссальных фаций. Спорадически наблюдаются небольшие изометричные тела и штоки пикритов, преобразованные в серпентиниты.

На южном обрамлении рудного поля развита терригенная толща казбекской свиты (J_1kz), в составе которой преобладают серые песчаники с характерным присутствием тонкой сингенетичной и метакристаллической вкрапленности пирита.

На территории рудного поля выявлен целый ряд золотоносных и потенциально золотоносных минерализаций, представленных рудопроявлениями и пунктами минерализации кварцево-жильно-прожилкового и сульфидно-вкрапленного минерально-морфологических типов. Практически все рудопроявления и пункты минерализации локализованы в черносланцевых породах циклаурской свиты (рис. 1).

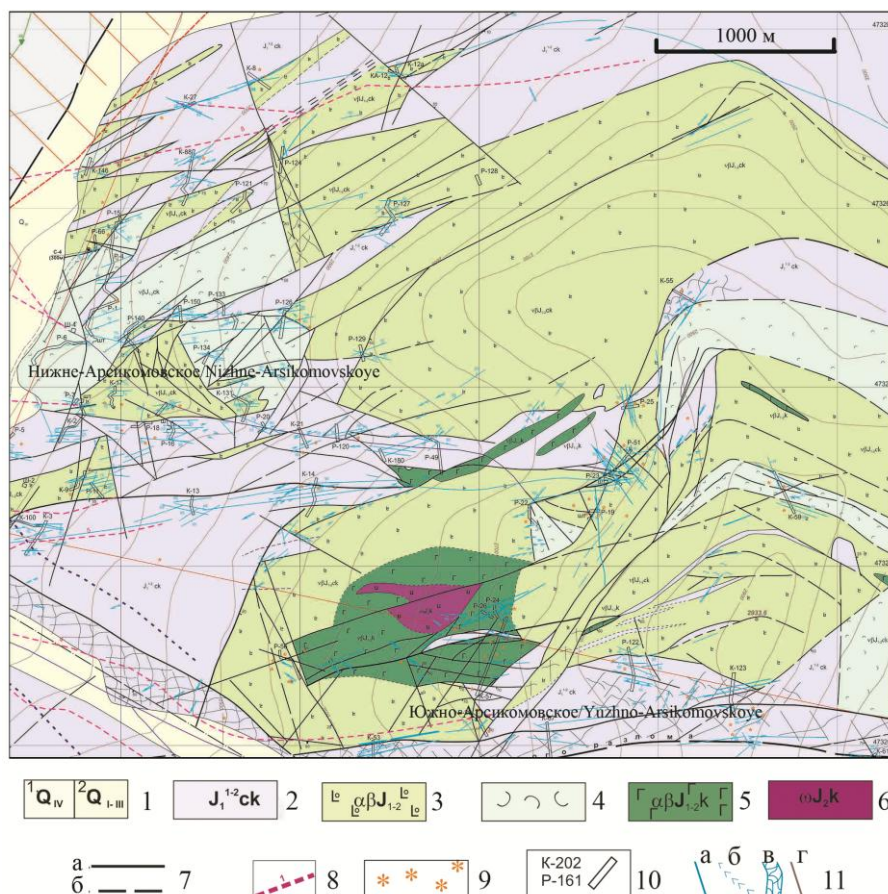


Рис. 1. Избирательная локализация рудных минерализаций в углеродисто-терригенных породах циклаурской свиты в пределах Арсикомского рудного поля: 1 – четвертичные отложения; 2–4 – циклаурская свита: 2 – углеродистые филлитовидные и аспидные сланцы с прослоями песчаников и горизонтами туфов среднего-основного состава; 3 – тиллоу лавы, спилиты, вариолиты, витрофиры, мандельштейны; 4 – аквагенные туфы; 5–6 – казбекская габбро-долерит-пикритовая формация: 5 – штоки и дайки габбро, габбро-долеритов, 6 – дайки и штоки пикритов,

апопикритовых серпентинитов; 7 – разломы: а) установленные, б) предполагаемые; 8 – геофизические аномалии ВП; 9 – лимонитизация; 10 – поисковые каналы и их номера; 11 – объекты рудных минерализаций; а) кварцевые жилы и прожилки, б) объемное окварцевание, в) зоны брекчирования с карбонатно-кварцевым цементом, г) карбонатные жилы и прожилки /

Fig. 1. Selective localization of ore mineralization in carbonaceous-terrigenous rocks of the Cyclaurian formation within the Arsikomovsky ore field: 1 – quaternary deposits; 2–4 – Cyclaurian formation: 2 – carbonaceous phyllite and aspid shales with sandstone interlayers and tuff horizons of medium-basic composition; 3 – lava pillars, spilites, variolites, vitrophyres, mandelsteins; 4 – aquagenic truffs; 5–6 – Kazbek gabbro-diabase-picrite formation: 5 – stocks and dikes of gabbro, gabbro-diabases, 6 – dikes and stocks of picrites, apopicrite serpentinites; 7 – faults: a) established, b) suspected; 8 – geophysical anomalies of the VP; 9 – limonitization; 10 – prospecting ditches and their numbers; 11 – objects of ore mineralization; a) quartz veins and veins, b) volumetric calcification, c) breccia zones with carbonate-quartz cement, d) carbonate veins and veins

Циклаурская свита (J_1ck) представлена относительно монотонной толщей углеродистых глинистых и филлитовидных сланцев, алевролитов, линзами мелкозернистых олигомиктовых песчаников, иногда карбонатных. Свита содержит прослойки и горизонты сингенетичных вулканогенных пород, представленных потоками лав и пирокластическими породами основного состава.

Углеродистые глинистые и филлитовидные сланцы темно-серые до черных, тонкослоистые, листоватые. В составе терригенной примеси алевролитистых разностей пород преобладают обломки хлорит-серицитовых сланцев, реже, кварца, плагиоклаза, карбонатов и чешуйки мусковита. В тяжелой фракции встречаются гетит, лимонит, ильменит, циркон, пирит, магнетит, пироксен и др. Основная ткань породы кварц-хлоритовая с бластоалевропелитовой структурой. Вблизи лавовых потоков и на их выклинивании глинистые сланцы имеют комковатую текстуру, плохо отсортированные, с линзовидными прослойками и обрывками прослоев и линз хаотично располагающихся песчанистых пород.

Песчаники и алевролиты, различаясь лишь размерами слагающих их частиц, часто переходят фациально друг в друга. Это серые и темно-серые породы, сложенные угловатыми и полуокатанными зёрнами кварца, плагиоклаза, обломками эффузивных пород и микрокварцитов. Цемент кварц-серицит-хлоритовый порового типа.

Туфогенные разности пород отличаются увеличенным количеством частиц эффузивных пород и остроугольных зёрен плагиоклазов и кварца.

В тектонических зонах сланцы подвержены динамометаморфизму, в связи с чем становятся более плотными и тонкорассланцованными, в них появляются новообразования серицита, придающего породам филлитовидный облик. В зоне Главного надвига сланцы превращаются в бластомилониты. Они приобретают очковую текстуру за счет неравномерного скопления порфиробласт-кварца, серицита, ромбовидных кристаллов хиастолита и андалузита.

В соответствии с геохимическими характеристиками углеродисто-терригенных пород циклаурской свиты, приведенными в [Гаврилов, 2005], содержание органического углерода достигает 0,63 %, содержание рудных элементов в них близкое к кларковому (табл. 1). Однако следует отметить, что в глинистых разностях пород, накапливавшихся в осевой части бассейна одновременно с проявлявшейся здесь вулканической деятельностью наблюдается некоторое повышение содержаний Mn, Fe, Mo, Pb, Zn, Cu, Ni, Co [Гаврилов, 2005]. Как показано в работе [Страхов, 1976], такое обогащение связано с их поставкой в водоем гидротермами, сопровождавшими подводную вулканическую деятельность.

Таблица 1 / Table 1

Содержания органического углерода (в %) и элементов-примесей в терригенных породах циклаурской свиты, по [Гаврилов, 2005] с изменениями и дополнениями /
 The content of organic carbon (in %) and impurity elements in terrigenous rocks of the Cyclaurian formation, according to [Gavrilov, 2005] with changes and additions

№ обр. / № sampl	C _{орг}	Fe	Mn	Ti	P	Cr	Ni	V	Cu	Co	Pb	Ga	Ge	Mo
131-а/si	-	3,72	0,05	0,50	0,04	83	30	92	23	6	9	20	1,8	~1,5
133- а/si	0,3	2,42	0,05	0,51	0,01	88	~15	99	14	<5	28	20	1,8	2,1
135-г/cl	0,5	3,52	0,05	0,51	0,04	105	21	92	24	6	16	20	2,1	~1,5
137- г/cl	0,3	5,0	0,07	0,40	0,03	90	80	65	35	27	25	12	1,9	<1,5
138- а/si	0,1	1,90	0,04	0,51	0,02	125	20	104	18	8	14	20	2,0	1,5
139- г/cl	0,4	3,28	0,05	0,51	0,03	97	37	98	21	8	15	21	2,7	1,7
140- г/cl	0,55	4,33	0,06	0,42	0,02	80	76	62	24	27	13	12	1,7	<1,5
140- а/si	0,2	2,47	0,05	0,61	0,05	129	24	140	23	7	17	24	2,1	1,5
142- г/cl	0,4	4,63	0,08	0,46	0,02	81	46	88	24	12	26	16	2,3	~1,5
142- а/si	0,3	3,10	0,05	0,53	н/о	100	20	123	17	6	17	24	2,2	1,6
143- г/cl	0,6	4,34	0,07	0,51	н/о	105	64	142	135	19	13	27	2,4	1,5
144- г/cl	0,5	3,65	0,06	0,48	н/о	100	60	112	28	14	18	17	2,0	~1,5
363- г/cl	0,63	5,03	0,06	0,56	0,05	90	33	135	20	15	15	31	1,5	0,7
364- г/cl	0,42	4,61	0,07	0,58	0,09	63	45	120	5	22	14	29	1,5	0,8
475- г/cl	0,71	4,17	0,06	0,57	0,05	108	79	141	18	26	21	36	3,5	2,5
475-а/si	<0,1	5,18	0,08	0,28	0,02	74	48	65	26	8	16	~10	3,4	<1,5
476-п/sa	<0,1	3,85	0,06	0,38	0,03	105	44	98	20	~5	12	~10	1,6	<1,5
476-п/sa	<0,1	3,89	0,05	0,38	0,03	97	50	80	19	11	18	~10	1,6	<1,5
476- г/cl	0,74	4,20	0,06	0,77	0,07	133	60	202	<15	10	16	30	2,2	1,9
477- г/cl	0,30	4,72	0,05	0,57	0,05	100	75	115	28	16	18	28	2,5	1,6
477-п/sa	0,14	5,27	0,07	0,57	0,05	101	58	99	27	13	31	16	2,0	1,6

Примечание: г – глинистые породы, а – алевролиты, п – песчаники, C_{орг}, Fe, Mn, Ti, P в %, остальные элементы в 10⁻⁴%, прочерк – не обнаружено /

Note: cl – clay rocks, si – siltstones, sa – sandstones, C_{орг}, Fe, Mn, Ti, P in %, other elements in 10⁻⁴%, a dash – not found

Золотоносные минерализации кварцево-жильно-прожилкового типа

Такие минерализации имеют наиболее широкое распространение. Они слагают рудные тела и зоны Южно-Арсикомского, Нижне-Арсикомского и Хардотчинского рудопроявлений, а также множество пунктов минерализации.

Южно-Арсикомское рудопроявление является наиболее крупным и наиболее изученным. Участок рудопроявления сложен филлитовидными сланцами циклаурской свиты, содержащими маломощные прослои и пакеты мелкозернистых песчаников и алевролитов. Толща осложнена рядом разрывных нарушений высоких порядков с субширотной и субмеридиональной ориентировками. Наиболее крупным нарушением является Льядонский разлом, ограничивающий с юга рудное поле.

Рудопроявление представлено мощной (3–10 м) линзующейся кварцевой жилой северо-восточного простирания с крутым падением на юго-восток. Жила занимает относительно Льядонского разлома оперяющее положение, локализуясь в его висья-

чем боку. Юго-западный фланг жилы перекрыт рыхлыми отложениями. К северо-востоку жила прослежена горными выработками на 1300 м и по восстанию в рельефе – на 620 м. Количество сульфидов в жиле, представленных пиритом, галенитом, сфалеритом, не более 2%, что в соответствии с классификацией Н.В. Петровской позволяет отнести ее к малосульфидной формации [Петровская, 1973], типичной для золотого оруденения, проявленного в углеродисто-терригенных толщах [Курбанов и др., 1992].

В своей средней части жила разветвляется на систему сближенных субпараллельных кварц-карбонатных жил, сопровождаемых зоной объёмного окварцевания, мощностью до 34 м. Из рудных минералов здесь наиболее распространёнными являются пирит и арсенопирит, реже отмечается антимонит. В узлах пересечения с надвиговыми структурами высоких порядков в зальбандах Южно-Арсикомской жилы отмечается минерализация реальгара, шеелита, иногда образующего густо-крапленые скопления.

В районе водораздела рек Бугультадон и Дзамарашдон, при переходе жилы в аквагенные туфы, мощность ее резко сокращается и далее оруденение продолжается в форме зоны дробления, включающей прожилки и линзы позднего кварца и лимонитизацию. Мощность зоны здесь не превышает 1,2 м. Западный фланг зоны на глубине 100 м вскрыт скважиной, где мощность кварцевой жилы составляет 1,6 м. Содержания золота в отдельных пробах варьируют от 0,6 до 3,6 г/т.

Нижне-Арсикомское рудопроявление представлено скоплением кварцевых жил, смятых в складки вместе с вмещающими породами (рис. 2), что может свидетельствовать о формировании этих жил до проявления складчатости и разрывных деформаций.



Рис. 2. Смятая в складки вместе с вмещающими углеродистыми сланцами кварцевая жила.
Нижне-Арсикомское рудопроявление /

Fig. 2. A quartz vein crumpled into folds together with the enclosing carbonaceous shales.
Nizhne-Arsikomskoye ore occurrence

Аналогичную картину мы наблюдали в пределах Малка-Муштинского рудного узла [Парада, 2022]. Суммарная мощность зоны деформированных кварцевых

жил составляет 0,5–5,0 м. В пределах восточной и западной ветвей зоны смятия и дробления прослеживаются более поздние короткие (до 5–6 м) жилы и линзы кварцевого, реже – кварц-карбонатного состава, мощностью 0,3–1,0 м. В них отмечаются обломки вмещающих углеродистых аргиллитов, за счет чего они приобретают брекчиевую текстуру.

Кварцевые жилы содержат вкрапленность пирита, халькопирита, сфалерита, галенита, иногда арсенопирита. Содержание сульфидов в жиле не превышает 2%. Вкрапленность мелкокристаллического пирита отмечается также во вмещающих породах.

Зона смятых жил Нижне-Арсикомского рудопроявления пересечена буровыми скважинами на глубине 86,6–88,0 м, где при истинной мощности 1,0 м содержание золота составило 1,55 г/т, и на глубине 229,5–245,3 м, где на мощность 7,3 м, содержание золота составило 1,29 г/т, серебра – 14,29 г/т.

Хардотчинское рудопроявление расположено западнее Нижне-Арсикомского (за рамкой рис. 1) и представлено двумя сближенными кварцевыми жилами субширотного простирания мощностью 0,5 и 1,0 м и протяженностью 900 м. Рудная минерализация представлена неравномерной гнездовой вкрапленностью в кварце мелкозернистого галенита, изредка отмечается халькопирит. Содержания золота в жилах составляют 0,8 и 1,1 г/т, соответственно.

Помимо описанных рудопроявлений в пределах Арсикомского рудного поля был выявлен целый ряд пунктов минерализации аналогичного описанным выше рудопроявлениям строения и состава.

В большинстве охарактеризованных рудопроявлений отмечается литологический контроль оруденения. Так, при переходе из филлитовидных сланцев в вулканогенные породы циклаурской свиты состав рудоносных минерализованных зон меняется, кварцевые жилы исчезают, а минерализованная зона продолжается в виде области повышенной трещиноватости и брекчирования, сцементированной карбонатами (кальцит, анкерит, сидерит, магнезит), хлоритами, халцедоном, гидроокислами железа.

Повышенные концентрации золота в основном отмечаются в жильном кварце.

Минерально-морфологические особенности кварцево-жильных проявлений позволяют отнести их к объектам до складчатой минерализации. При этом, на основании изотопных данных по хорошо изученным рудам крупных месторождений золота, таких как Неждановское в Якутии [Chernyshev et al., 2012] предполагается, что кварц и определенная доля рудных элементов были заимствованы из вмещающих пород.

Золотоносные минерализации сульфидно-вкрапленного типа

Сульфидно-вкрапленная минерализация представлена двумя минеральными разновидностями: вкрапленностью пирита и вкрапленностью пирротина.

Вкрапленность пирита отмечается практически по всему разрезу циклаурской свиты с отдельными интервалами повышенных его концентраций. Так, по скважине №1 выделен интервал 191,7–199,0 м углеродистых филлитовидных сланцев с повышенной концентрацией вкрапленного пирита. Содержания золота в керновых пробах из этого интервала варьируют от 0,44 до 0,7 г/т. Как показано в работах [Large et al., 2011; Large, Maslennikov, 2020] с пиритом и другими рассеянными сульфида-

ми обычно связано тонкодисперсное золото. Однако, на крупнейшем в России месторождении золота сульфидно-вкрапленного типа Сухой Лог, локализованного в углеродистой толще, самородное золото представлено чаще относительно крупными выделениями в крупнокристаллическом пирите. В рудах этого месторождения также обнаружены минералы платиновой группы [Distler et al., 2004].

Более четко выделяются горизонты пород с пирротиновой минерализацией. Выделяются два таких горизонта в середине литолого-стратиграфического разреза циклаурской свиты, мощностью 14 и 13 м, подстилаемые и перекрываемые слоями вулканогенных пород. Один из выделенных пирротинизированных горизонтов пересечен буровой скважиной №1 в интервале 211–217 м, где содержания золота составили от 1,24 до 2,06 г/т.

В литологическом отношении горизонты пирротиновой минерализации представлены углеродистыми алевритистыми и глинистыми сланцами с прослоями алевролитов и туфов. При этом вкрапленность пирротина избирательно локализуется в углеродистых алевролитах. Такое строение и состав выделенных горизонтов соответствует модели гидротермально-осадочного рудообразования [Скрипченко, 1972; Tomish, 1986; Рябов, Богуш, 2012 и др.]. Как показано выше, обогащение сульфидами и рудными элементами отдельных участков углеродистых осадков циклаурской свиты связано с накоплением их в осевой части седиментационного бассейна одновременно с проявлявшейся здесь вулканической и сопряженной субмаринной гидротермальной деятельностью. Такой механизм показан на примере ранней (седиментационной) стадии формирования месторождения Сухой Лог по результатам изотопных исследований [Кряжев, 2017].

Как показано в работах [Рябов, 1994; Богуш и др., 2010 и др.] для объектов гидротермально-осадочного колчеданного оруденения характерна примесь платины и платиноидов, которые, наряду с самородным золотом, концентрируются в продуктах обогащения руд Урупского медноколчеданного месторождения, а также обнаруживаются в аллювии рек Урупа, Власинчихи, Большая Лаба и др. Наличие минералов платины в связи с пирротиновой вкрапленностью в черных сланцах андрюкской свиты палеозоя установлено под микроскопом в работе [Глазырина, Глазырин, 2011]. В детально опробованных углеродистых алевролитах артыкчакской свиты палеозойской черносланцевой толщи Передового хребта, по результатам химических анализов установлен горизонт с вкрапленностью пирротина и повышенными содержаниями Pt и Pd [Парада, 2023].

В связи с изложенным не следует исключать возможность обнаружения в пирротинизированных углеродистых алевролитах циклаурской свиты повышенных концентраций металлов платиновой группы.

Выводы

1. Золотоносные и потенциально золотоносные минерализации Арсикомского рудного поля в подавляющем большинстве представлены кварцево-жильно-прожилковым минерально-морфологическим типом золотого оруденения.

2. Отдельные кварцевые жилы и прожилки, а также кварцево-жильно-прожилковые зоны избирательно локализируются в углеродистых сланцах циклаурской свиты. Практически все они повсеместно подверглись пликативным и дизъюнктивным деформациям вместе с вмещающими породами, образуя минерализованные тектонические зоны.

3. При переходе из филлитовидных сланцев в вулканогенные породы циклаурской свиты кварцевые жилы выклиниваются, а минерализованная зона продолжается в виде области брекчирования, сцементированной поздними карбонатами, хлоритами, халцедоном, гидроокислами железа.

4. В качестве одного из наиболее перспективных типов потенциально золотоносных (возможно и платиноидоносных) минерализаций следует считать проявления пирротиновой минерализации вкрапленного типа, избирательно проявленной в углеродистых алевролитах средней части вулканогенно-терригенного разреза циклаурской свиты.

Литература

1. Богуш И.А., Рябов Г.В., Кафтантаий А.Б. Минералы платиновой группы в аллювии бассейна рек Уруп – Большая Лаба (Северный Кавказ). // Доклады Академии наук. – 2010. – Т. 435. № 3. – С. 357–360.

2. Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа: седиментология, геохимия, постседиментационные преобразования. – М.: ГЕОС, 2005. – 302 с.

3. Глазырина Н.В., Глазырин Е.А. Кобальтин-пентландит-пирротиновая сульфидная минерализация черносланцевых отложений. // Записки Российского минералогического общества. – 2011. – Т. 140. № 1. – С. 83–90.

4. Гурбанов А. Г., Докучаев А. Я., Газеев В. М., Лексин А. Б., Гурбанова О. А., Лолаев А. Б., Оганесян А. Х. О возможности обнаружения промышленного ранне-среднеюрского полиметаллически-золото-платиноидного оруденения черносланцевого типа в Северной Осетии (часть 1). // Геология и геофизика Юга России. – 2020. – Т. 10. № 4. – С. 6–29. DOI: 10.46698/VNC.2020.37.45.001.

5. Кряжев С.Г. Изотопно-геохимические и генетические модели золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах. // Отечественная геология. – 2017. – № 1. – С. 28–38.

6. Курбанов Н.К., Арифуров Ч.Х., Ехиванов В.А., Романов В.И. Полигенно-полихронные золоторудные месторождения терригенных комплексов. // Руды и металлы. – 1992. – Стартовый номер. – С. 54–61.

7. Парада С.Г. Потенциально золотоносные минерализации в углеродистых породах Малка-Муштинского рудного узла (Северный Кавказ). // Геология и геофизика Юга России. – 2022. – Т. 12. № 4. – С. 129–141. DOI: 10.46698/VNC.2022.58.17.010.

8. Парада С.Г. Платина и платиноиды в палеозойских черносланцевых толщах Передового хребта (Северный Кавказ). // Геология и геофизика Юга России. – 2023. – Т. 13. № 1. – С. 112–124. DOI: 10.46698/VNC.2023.14.73.008.

9. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 348 с.

10. Рябов Г.В. Платиноносность руд колчеданных объектов Северного Кавказа (на примере Урупского месторождения). // Сб. науч. трудов «Геология, оценка и локальный прогноз месторождений цветных, редких и благородных металлов». – Новочеркасск, ЮРГТУ(НПИ). – 1994. – С. 25–32.

11. Рябов Г.В., Богуш И.А. Типизация колчеданных месторождений Северного Кавказа. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2012. – № 5. – С. 88–91.

12. Скрипченко Н.С. Гидротермально-осадочные сульфидные руды базальтоидных формаций. – М.: Недра. – 1972. – 216 с.

13. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. – М.: Наука, 1976. – 300 с.

14. Черкашин В.И., Богуш И.А., Рябов Г.В., Исаева Н.А. Металлогеническая модель благородных металлов фанерозоя Северного Кавказа. // Труды Института геологии Даге-

станского научного центра РАН. – 2022. – № 4. Вып. 91. – С. 4–9. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-91-4-4-9.

15. Chernyshev I.V., Bortnikov N.S., Goltsman Y.V., Gamyarin G.N., Chugaev A.V., Bairova E.D., Bakharev A.G., Kotov A.B., Sal'nikova E.B. Geochronology of igneous rocks at and near to the Nezhdaninka gold deposit, Yakutia, Russia: U-Pb, Rb-Sr, and Sm-Nd isotopic data. // *Geology of Ore Deposits*. – 2012. – Vol. 54. No. 6. – pp. 411–433.

16. Distler V.V., Yudovskaya M.A., Mitrofanov G.L., Prokof'ev V.Yu., Lishnevskii E.N. Geology, composition and genesis of the Sukhoi Log noble metals deposit, Russia. // *Ore Geology Reviews*. – 2004. – Vol. 24. – pp. 7–44.

17. Large R.R., Bull S.W., Maslennikov V.V. A carbonaceous sedimentary source-rock model for Carlin-type and orogenic gold deposits. // *Economic Geology*. – 2011. – Vol. 106. – pp. 331–358.

18. Large R.R., Maslennikov V.V. Invisible gold paragenesis and geochemistry in pyrite from orogenic and sediment-hosted gold deposits. // *Minerals*. – 2020. – Vol. 10. No. 4. – pp. 339–352.

19. Tomish S.A. An outline of the Economic Geology of Kalgoorlie, Western Australia. // *South African Journal of Geology*. – 1986. – Vol. 89. No. 1. – pp. 35–55.

20. Voisey C.R., Willis D., Tomkins A.G., Wilson C.J.L., Micklethwaite S., Salvemin F., Bougoure J., Rickard W.D.A. Aseismic refinement of orogenic gold systems. // *Economic Geology*. – 2020. – Vol. 115. No. 1. – pp. 33–50.

References

1. Bogush I.A., Ryabov G.V., Kaftanatii A.B. The platinum group minerals in alluvial deposits of the basin of the Urup and Bolshaya Laba rivers (North Caucasus). *Doklady Earth Sciences*. 2010. Vol. 435. No. 3. pp. 357–360. (In Russ.)

2. Gavrilov Yu.O. Dynamics of formation of the Jurassic terrigenous complex of the Greater Caucasus: sedimentology, geochemistry, post-sedimentation transformations. Moscow. GEOS. 2005. 302 p. (In Russ.)

3. Glazyrina N.V., Glazyrin E.A. Cobaltite-pentlandite-pyrrhotite authigenic sulfide mineralization of black-shale sediments. In: *Proceedings of the Russian Mineralogical Society*. 2011. Vol. 140. No. 1. – pp. 83–90. (In Russ.)

4. Gurbanov A.G., Dokuchaev A.Ya., Gazeev V.M., Lexin A.B., Gurbanova O.A., Lolaev A.B., Oganessian A.Kh. On the possibility of detecting of industrial early-middle Jurassic polymetallic-gold-platinoid mineralization of the black-shale type in North Ossetia (part 1). *Geology and Geophysics of Russian South*. Vol. 10. No. 4. pp. 6–29. DOI: 10.46698/VNC.2020.37.45.001. (In Russ.)

5. Kryazhev S.G. Isotope-geochemical and genetic models of gold deposits in carbonaceous-terrigenous strata. *National Geology*. 2017. No. 1. pp. 28–38. (In Russ.)

6. Kurbanov N.K., Arifulov Ch.X., Yekhivanov V.A., Romanov V.I. Polygenic polychronous gold deposits of terrigenous complexes. *Ores and metals*. 1992. Starting number. pp. 54–61. (In Russ.)

7. Parada S.G. Potentially gold-bearing mineralization in carbonaceous rocks of the Malka-Mushta ore node (North Caucasus). *Geology and Geophysics of Russian South*. Vol. 12. No. 4. pp. 129–141. DOI: 10.46698/VNC.2022.58.17.010. (In Russ.)

8. Parada S.G. Platinum and platinoids in Paleozoic black shale strata front ridge (North Caucasus). *Geology and Geophysics of Russian South*. Vol. 13. No. 1. pp. 112–124. DOI: 10.46698/VNC.2023.14.73.008. (In Russ.)

9. Petrovskaya N.V. *Nugget gold*. Moscow. Nauka. 1973. 348 p. (In Russ.)

10. Ryabov G.V. Platiniferousness of ores of the Northern Caucasus sintered objects (on the example of the Urup deposit). In: *Proceedings “Geology, evaluation and local forecast of deposits of non-ferrous, rare and noble metals”*. Novocherkassk. YRG TU(NPI). 1994. pp. 25–32. (In Russ.)

11. Ryabov G.V., Bogush I.A. Typification of copper pyritic deposits of the North Caucasus. *Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus region. Technical Sciences.* 2012. No. 5. pp. 88–91. (In Russ.)
12. Skripchenko N.S. Hydrothermal-sedimentary sulfide ores of basaltoid formations. Moscow. Nedra. 1972. 216 p. (In Russ.)
13. Strakhov N.M. Problems of geochemistry of modern oceanic lithogenesis. Moscow. Nauka. 1976. 300 p. (In Russ.)
14. Cherkashin V.I., Bogush I.A., Ryabov G.V., Isaeva N.A. Metallogenic model of Phanerozoic noble metals of the North Caucasus. In: *Proceedings of the Institute of Geology of the DSC RAS.* No. 4. Issue 91. pp. 4-9. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-91-4-4-9. (In Russ.)
15. Chernyshev I.V., Bortnikov N.S., Goltsman Y.V., Gamyarin G.N., Chugaev A.V., Bairova E.D., Bakharev A.G., Kotov A.B., Sal'nikova E.B. Geochronology of igneous rocks at and near to the Nezhdaninka gold deposit, Yakutia, Russia: U-Pb, Rb-Sr, and Sm-Nd isotopic data. *Geology of Ore Deposits.* 2012. Vol. 54. No. 6. pp. 411–433.
16. Distler V.V., Yudovskaya M.A., Mitrofanov G.L., Prokof'ev V.Yu., Lishnevskii E.N. Geology, composition and genesis of the Sukhoi Log noble metals deposit, Russia. *Ore Geology Reviews.* 2004. Vol. 24. pp. 7–44.
17. Large R.R., Bull S.W., Maslennikov V.V. A carbonaceous sedimentary source-rock model for Carlin-type and orogenic gold deposits. *Economic Geology.* 2011. Vol. 106. pp. 331–358.
18. Large R.R., Maslennikov V.V. Invisible gold paragenesis and geochemistry in pyrite from orogenic and sediment-hosted gold deposits. *Minerals.* 2020. Vol. 10. No. 4. pp. 339–352.
19. Tomish S.A. An outline of the Economic Geology of Kalgoorlie, Western Australia. *South African Journal of Geology.* 1986. Vol. 89. No. 1. pp. 35–55.
20. Voisey C.R., Willis D., Tomkins A.G., Wilson C.J.L., Micklethwaite S., Salvamin F., Bougoure J., Rickard W.D.A. Aseismic refinement of orogenic gold systems. *Economic Geology.* 2020. Vol. 115. No. 1. pp. 33–50.