

УДК 551.464.659

DOI: 10.23671/VNC.2016.4.20907

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕПЛИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА

© Х.О. Чотчаев, Р.Р. Гогичев

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

В статье приводятся основные рудоконтролирующие факторы, дается оценка металлогенической позиции рудного узла его приуроченностью к над- и околоинтрузивным зонам магматических образований Теплинского комплекса представленного дайками микродиоритов (1 фаза), гранит-порфиоров и дацитов (2 фаза), массивами и штоками кварцевых диоритов и гранодиоритов (3 фаза), и многочисленными дайками и штоками андезито-дацитов и риодацитов (4 фаза). Большое разнообразие золоторудных формаций, типов и подтипов объясняется смешанным характером магматических источников золотого оруденения, а также участием в процессе рудообразования тектонических, стратиграфо-литологических, метаморфических факторов. В условиях Теплинского рудного поля в качестве основного поискового метода на жильные и вкрапленные золоторудные скопления рекомендуется геохимическое опробование по первичным и вторичным ореолам.

Ключевые слова: рудопроявление золота, рудоконтролирующие факторы, геохимия, формационные особенности, Теплинское рудное поле, Центральный Кавказ.

Позднеальпийские (миоцен-квартер) неоинтрузии (Теплинская, Сангутидонская и Танадонская) и субинтрузивные образования Фиагдонского комплекса, которые определяют размещение золоторудного оруденения, расположены в зоне Главного хребта [Ольховский, Тибилов, 1987].

Предполагается, что этими металлотектами продуцируется как пространственно тесно ассоциированное оруденение золота, так и регенерационные процессы, ведущие к преобразованиям продуктов киммерийского рудогенеза и образованию полигенно-полихронных рудных объектов в более широком ареале воздействия.

Теплинский рудный узел расположен в верховьях Фиагдонского ущелья, в 70 км от г. Владикавказа, с которым связан асфальтированной (60 км) и грунтовой автодорогой (10 км). К верховьям Теплинского рудного узла проложена горная тропа, пригодная для использования при производстве полевых поисковых работ по объекту. Высотные отметки – 2400–2600 м (Арсиком) и свыше 2600 м (Тепли).

В геологическом строении участков Теплинского рудного узла принимают участие терригенно-вулканогенные породы Адайхох-Дарьяльской структурно-формационной зоны (СФЗ) в составе циклаурской свиты (J_1sk) и терригенные образования зоны Южного склона (казбекская – J_1kz и гудушаурская – J_2gd свиты), разделенные Адайхох-Казбекским разломом, представляющим южную границу реликтового рубца. Структурный план площади определяется пересечением северо-западных зон (прост. $290-330^0$) правосдвиговых деформаций и субширотных зон Адайком-Казбекского, Льядонского и Северо-Адайкомского разломов (надвигов), а также сопутствующих им разломов более высокого порядка и широко развитой системы малоамплитудной опережающей разломной тектоники, в которой, собственно, и ло-

кализуется большая часть оруденения. Важную роль в строении площади играют и системы сильно сжатых, наклоненных и опрокинутых на юг субширотных складок, часто сорванных по надвиговым поверхностям, падающим на север. Из магматических образований в северной части участка широко развиты ниже-среднеюрские вулканогенные (базальтовые порфириты, спилиты, миндалекаменные порфириты, витрофиры, вариолиты) и образования вулcano-плутонического Фиагдонского комплекса (силы, дайки, штоки андезито-базальтов, базальтовых порфиритов, пикритов, апопикритовых серпентинитов, габбро, габбро-диабазов).

Формирование пород спилитов – диабазовой формации предполагается в осевой части Большекавказского окраинного моря в условиях растяжения (спрединга) в плинсбах-ааленское время. В целом в современной структуре района терригенно-вулканогенные образования развиты в пределах узкой (до 5 км) тектонической пластины, ограниченной с севера Шаухохской линией разломов (Сырху-Барзондский, Хилакский и др.), а с юга – Адайком-Казбекский.

Интрузивные образования Теплинского комплекса представлены дайками микродiorитов (1 фаза), гранит-порфиров и дацитов (2 фаза), массивами и штоками кварцевых диоритов и гранодиоритов (3 фаза), и многочисленными дайками и штоками андезито-дацитов и риодацитов (4 фаза). Дайки дацитов и риодацитов имеют преимущественно СЗ простирание, что подчеркивает развитие деформаций этого направления.

Металлогеническая позиция рудного узла определяется его приуроченностью к над- и околоинтрузивным зонам вышеуказанных комплексов.

Смешанный характер магматических источников золотого оруденения, а также участие в процессе рудообразования тектонических, стратиграфо-литологических, метаморфических факторов обуславливает разнообразие золоторудных формаций.

В составе Теплинского рудного узла условно выделены 2 потенциальных рудных поля: Арсикомское (участок Арсиком) на его северном фланге, Теплинское – на центральном и южном (участки Суарком, Льядон) (рис. 1).

В пределах Арсикомского рудного поля рассеянное тонкодисперсное золото в углеродсодержащих терригенных отложениях могло быть сформировано как одноэтапно – рудогенерирующими процессами только киммерийского возраста, так и полихронно – совокупностью продуктов киммерийского рудогенеза и регенерации в конвективно-рециклинговых системах, сформированных под энергетическим воздействием близко расположенных позднеальпийских гранитоидных очагов [Константинов и др. 1990; Оценка прогнозных ресурсов..., 2002].

Вулканогенный разрез изучен и опробован литогеохимией в нескольких сечениях. По полученным результатам в вулканитах Фиагдонского комплекса и вмещающих породах выделяются интервалы с аномальными содержаниями меди, цинка, свинца, серебра, мышьяка, висмута. К ним приурочены и пробы, содержащие золото (тысячные и сотые доли г/т).

В процессе работ по ГДП-200 листа К-38-IX проводились поисковые работы по выявлению рудных объектов меди, свинца, цинка, золота, висмута, связанных с эффузивно-силлово-дайковыми образованиями, жерловыми фациями Фиагдонского комплекса, в ареале развития которых известна рассеянная сульфидная минерализация, геохимические ореолы меди, свинца, серебра и мышьяка.

По морфогенетическим признакам такие объекты могут существенно отличаться от рудных зон жильной формаций, и эффективное обнаружение их потребует

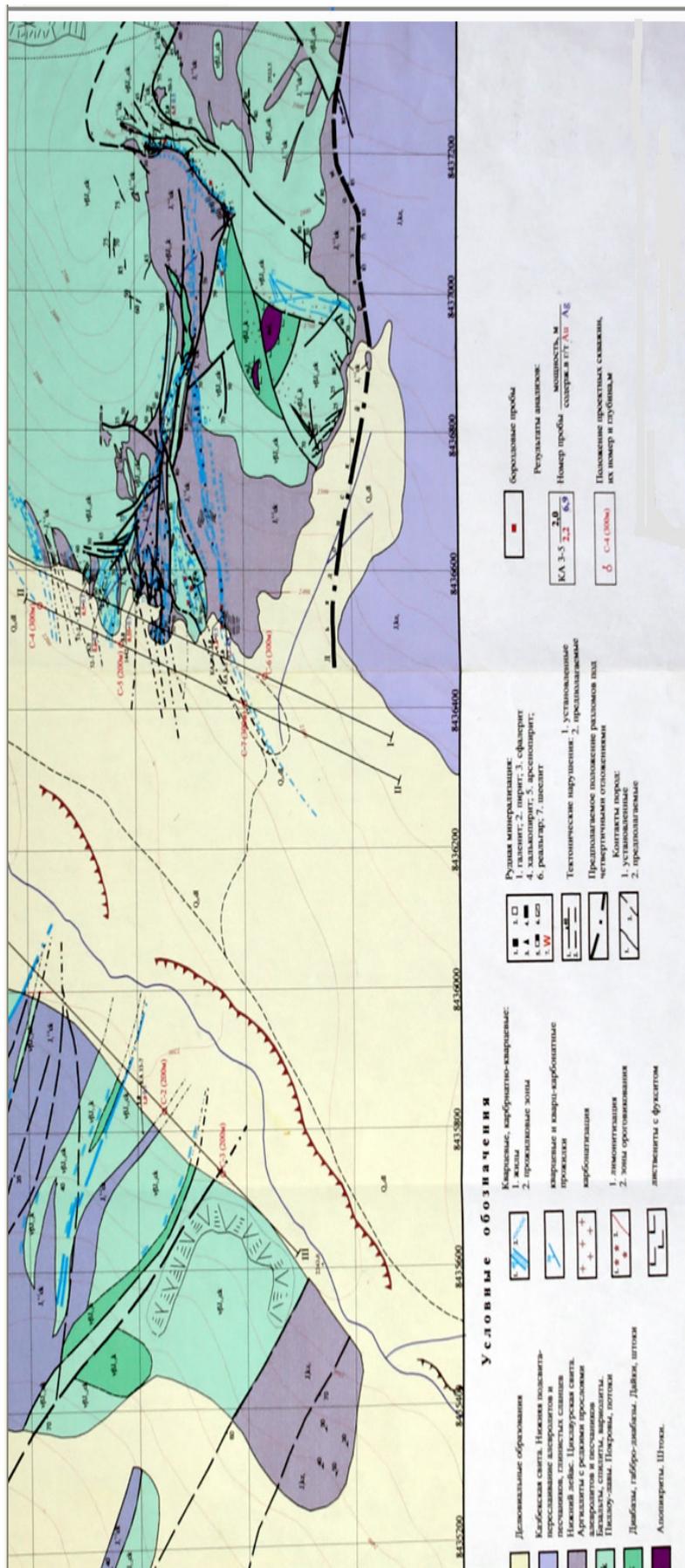


Рис. 1. Схематическая геологическая карта участка Арским

внимательного изучения метасоматических образований и применения рациональной методики опробования.

Арсикомское рудное поле давно привлекает к себе внимание как потенциально золоторудный объект, в пределах которого известен ряд проявлений золота с содержанием от следов до 3,8 г/т – 10–12 г/т – 44 г/т. в ограниченном количестве проб, отобранных из кварц-сульфидных зон Нижне-Арсикомского рудопроявления разными исследователями в разные годы (штуфы – первые десятки проб).

Металлогеническая позиция Теплинского рудного поля (рис. 2) определяется его приуроченностью к над- и околоинтрузивным зонам субвулканических малых интрузий (штоков) гранитов и гранодиорит-порфиоров ($\gamma\text{-N}_2^3\text{t}$), контролируемым площадной зоной ороговикования.

В пределах Теплинского рудного узла выявлено около 100 жил [Актуализированные методические рекомендации..., 2010; Методические рекомендации..., 2007; Система стандартов..., 2009] и минерализованных зон и точек с золотым оруденением, которые контролируются зонами дробления крупных разломов (Льядонский, Адайком-Казбекский и др.).

Распространение оруденения парагенетически связано с ореолами гидротермалитов и метасоматитов близповерхностного пропилит-аргиллизитового типа, выполняющих зоны трещиноватости разного генезиса. В гранитоидах это метасоматиты кварц-хлорит-полевошпатового и кварц-хлорит-серицитового состава, а в осадочном разрезе – зоны кварц-карбонат-хлорит-серицитовых, карбонат-хлоритовых с альбитом и амфибол-хлоритовых метасоматитов в ороговикованных породах с углисто-песчано-глинистыми прослоями и пиритизированными вулканогенами.

Кварц-карбонат-хлорит-серицитовая ассоциация распространена локально и связана с дайками и разрывными нарушениями преимущественно северо-западного направления. В местах их концентрации ассоциация приобретает ограниченно-площадное развитие (участок Льядон), представлена полиминеральными агрегатами, псевдоморфно развивающимися по всем первичным минералам пород. Обычно наблюдается последовательность серицит – карбонат, хлорит – карбонат. Прожилки имеют обычно тот же состав. Степень замещения пород 30–40%, но в наиболее проработанных зонах, обычно приуроченных к тектоническим зонам, она достигает 60–80%.

Карбонат-хлоритовая с альбитом ассоциация представлена хлоритом, кальцитом, альбитом, серицитом. Характерно присутствие эпидота при незначительном количестве карбоната. В составе ассоциации резко доминирует хлорит. Ассоциация представлена агрегатными полиминеральными псевдоморфозами по темноцветным минералам и плагиоклазу исходных пород. С ассоциацией связана прожилково-вкрапленная пирит-магнетито-ильменитовая и пирротин-халькопиритовая минерализация. Степень замещения соответствует трем ступеням: 5–10% (хлоритизация), 10–15% (хлорит, кальцит, альбит), 15–20% – полное замещение по темноцветным минералам и частичное по плагиоклазу.

Амфибол-хлоритовая ассоциация на Теплинском рудном поле представлена единичными жилами того же состава. Аксессуары представлены апатитом, магнетитом, ильменитом и шпинелью (плеонаст).

Предполагается [Асатиани и др., 1988], что на участке вскрыты верхние уровни рудно-минеральной колонны, причем здесь имеет место наложение золотосульфид-

ного оруденения на более раннее редкометальное и медно-пирротинное. В совокупности образуется сложная полиминеральная рудоносная система.

В юго-восточной части потенциального Теплинского рудно-магматического узла расположен Суаркомский выход Теплинского массива. К нему приурочен юго-восточный фрагмент Теплинского потенциального рудного поля - Суаркомский участок.

В геологическом строении участка принимают участие отложения мезозоя, сложенные терригенными образованиями казбекской (J_1kz), вулканогенно-терригенными циклаурской (J_1ck) и гудушаурская (J_2gd) свит. Магматические образования представлены Фиагдонским комплексом диабазовых порфириров ($v\beta J_{1-2}f$) и Теплинским комплексом, сложенным формацией кайнозойских субвулканических гранитов и гранодиорит-порфириров ($\gamma\delta\tau N_2^3t$), микрогранитов ($m\gamma N_2^3t$) и дайковой фацией риодацитов, дацитов андезидацитов ($\lambda\xi, \xi, \lambda\xi N_2^3t$). Здесь же, в западной части участка, по данным Ермакова В.А., отдешифрирован порфирировый шток, сложенный эксплозивной брекчией и, предположительно, являющийся центром прогнозируемой порфирировой рудно-магматической системы. Площадь участка на 70% перекрыта ледниками и ледниковыми отложениями и доступными для изучения являются лишь борта ледниковых цирков.

На ближней периферии и в самой Суаркомской гранодиоритовой интрузии известно 12 рудопроявлений и многочисленная знаковая рудная минерализация (арсенопитит, молибденит, халькопирит, пирит, рутил).

Практически, все проявления рудной минерализации приурочены к разломным зонам дробления, причем как широтного, так и северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простираний, с близвертикальным падением южной вергентности ($75-85^\circ$).

На ближней периферии и в самой Суаркомской гранодиоритовой интрузии известно 12 рудопроявлений и многочисленная знаковая рудная минерализация (арсенопитит, молибденит, халькопирит, пирит, рутил). Практически, все проявления рудной минерализации приурочены к разломным зонам дробления, причем как широтного, так и северо-западного, северо-восточного и субмеридионального простираний, с близвертикальным падением южной вергентности ($75-85^\circ$). При этом приоритетных направлений в размещении оруденения, как правило, не наблюдается. Можно лишь сказать, что халькофильная минерализация локализуется во всех зонах, а мышьяково-редкометальная – преимущественно в СЗ и субмеридиональных и сопутствует дайковому магматизму андезит-дацитового состава. Рудолокализуемыми являются и приконтактовые части даек и, иногда, сами дайки. Региональные разломные зоны минерализованы слабо, являясь, очевидно, рудоподводящими каналами. Морфологически рудные тела представлены штокверками (Молибденовое), жилами и прожилково-вкрапленными зонами. На северном и северо-западном флангах участка золоторудная минерализация фиксируется в прожилковых зонах окварцевания, хотя, также как и в других местах, контролируется пачками графитизированных кварцитов и дорудными зонами дробления.

Рудная минерализация участка, по мнению Асатиани Г.Л., представлена тремя типами руд – медно-молибденовым, мышьяково-редкометальным и медно-пирротинным типами оруденений. Многие считают, что целесообразнее типы оруденения рассматривать как стадии минерализации.

Мышьяково-редкометальный тип руд сконцентрирован в центральной части участка и разделяется на халькопирит-молибденитовый, молибденитовый и арсенопирит-редкометальный минеральные подтипы.

Халькопирит-молибденитовый минеральный подтип оруденения четко контролируется зоной экзо - эндоконтакта гранодиоритовой интрузии, тяготея к гранодиоритам и быстро выклиниваясь в зоне экзоконтакта (первые десятки метров). Рудноминеральные образования, в основном, выполняют крутые (до 800 м) зоны дробления и трещины субширотного и СЗ простирания, реже штокверковоподобные зоны. В эндоконтакте халькопирит-молибденитовая минерализация контролируется полем кварц-биотитовой ассоциации метасоматитов, представленной биотитом, кварцем, хлоритом, апатитом, лейкоксеном, калиевым полевым шпатом и амфиболом (актинолитом). Из рудных ассоциаций сопровождается рассеянной вкрапленностью магнетита, пирита, пирротина и ильменита.

Молибденитовый подтип оруденения представлен на рудопроявлениях Суарком, Теплинском, и Молибденовом. Здесь, в экзоконтакте тела гранодиоритов, прорванного небольшим штоком дацитов, локализованы существенно кварцевые жилы с молибденитом в зальбандах и хлоритом в центральных частях. В гранодиоритах часто встречаются “сухие” трещины с налетами молибденита по стенкам.

Арсенопирит-молибденитовый минеральный подтип руд характерен для рудопроявления Второго Южного ледника и многочисленных рудоносных жил в гранодиоритах. Он сложен ассоциацией кварц-турмалин-хлорит-карбонат-арсенопирит-шеелит-молибденит с преобладанием кварца, турмалина и карбоната. Данный подтип очень близок к арсенопирит-пирит-редкометалльному минеральному подтипу руд и его обычно рассматривают как переходный от халькопирит-молибденитового к более поздним разновидностям.

Рудопоисковым признаком оруденения является развитие процессов локального прожилкового окварцевания среди пропилитизированных пород (кварц-карбонат-хлоритовая с альбитом ассоциация). Содержания золота варьируют от 0,1 до 10 г/т.

Арсенопирит-пирит-редкометалльный минеральный подтип руд присутствует во всех рудопроявлениях Теплинского рудного поля и контролируется СЗ и субширотными разломами. В составе руд, наряду с рудослагающими минералами, в переменных количествах с ними встречаются кобальтин, лелингит, висмутин, свинцово-висмутовые, свинцово-сурьмяные, железо-сурьмяные и медно-свинцово-сурьмяные сульфосоли. Здесь же отмечаются и более ранние рудные минералы, чем арсенопирит и пирит, молибденит, халькопирит и пирротин. Помимо охарактеризованных жильных рудопроявлений к данному типу руд относятся зоны прожилково-вкрапленной минерализации в гранодиоритах, приуроченные к системам трещин, оперяющих разломы, по которым прошло внедрение даек дацитов. На рудопроявлении Суаркомском-1 (медном) и Балки Диоритовой (медно-мышьяковом) оруденение представлено интенсивной метасоматической вкрапленностью халькопирит, пирит, марказит, арсенопирит. На Суаркомском-1 рудопроявлении взятая проба из кварц-молибденит-висмут-арсенопиритовой жилы содержать золота и серебра соответственно 1,7 и 16,0 г/т.

Медно-мышьяковое рудопроявление у Балки Диоритовой относится к тому же минеральному подтипу и расположено в 150 м к ЮВ от Суаркомского медного рудопроявления на высоте 2800-2850 м. Выявлено Никитиным в 1939 г. В правом обрывистом борту балки Диоритовой среди кварцевых диоритов на протяжении 100 м прослеживается маломощная (0,1–0,2 м) зона дробления СЗ простирания.

Рудопроявление Ледника Каскадный (рис. 2) расположено на северо-восточном фланге участка, на склоне гребня, разделяющего ледники Хардотчин и Каскаджин. Приурочено к оперяющему нарушению Льядонского разлома [Давыдов и др.,

1998]. Оруденение локализовано в зоне дробления аз.пад. $200-220^{\circ}-40-70^{\circ}$ и оперяющих её нарушениях. Протяженность зоны 200 м, мощность 10–15 м. Выявлено 9 рудоносных зон, из них одна – главная с параметрами: мощность – 0,05–1,0 м, протяженность – 90 м. Поперечные жилы секут главную почти под прямым углом. Их параметры: мощность – 0,1–0,6 м, протяженность – 15–20 м. Рудная минерализация представлена пирротинном, арсенопиритом, халькопиритом, висмутином, кубанитом, самородным золотом и серебром. Содержания: Cu – 0,0–0,47%, Zn – 0,04–0,1%. Pb – 0,1%, Bi – 0,002–0,01%, Mo – 0,008–0,012%, Sb – 0,008–0,012%, Ag – <1 г/т, Au – до 100 г/т. Вмещающие породы – диабазовые порфириды фиэгдонского комплекса.

Медно-пирротинный тип руд представлен двумя подтипами: вкрапленным пирротин-халькопиритовым и жильным пирротин-халькопиритовым. Сложены ассоциацией кварц-кальцит-хлорит-сфалерит-пирротин-халькопирит. Содержания золота и серебра, соответственно, составляют: на р/п Суаркомском – 1,0 и 221,0 г/т (по пробирному анализу 6,8 и 10,0 г/т), Балки Диоритовой – 1,4 и 35,0 г/т. На северо-западном фланге участка к нему относятся многочисленные проявления знаковой рудной минерализации.

Рудопроявление Шуардонское расположено в левом борту долины р. Суарком. Открыто в 1935 г. Курбановым. Приурочено к системе разрывных нарушений, субпараллельных региональному Адайком-Казбекскому разлому. Известно 8 рудных зон, залегающих в интенсивно ороговикованных песчано-алевролитовых отложениях казбекской свиты. Падение их $160-175^{\circ}-70-85^{\circ}$ и $320-345^{\circ}-75-85^{\circ}$. Мощность рудных зон варьирует от 0,3 до 1,5 м, протяженность – от 40 до 150 м. Вещественный состав, в целом, однотипен: арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит, висмутин. Содержания (Озерин, 1963; Письменный, 2006): Cu – 0,03–0,3%, Zn – 0,005–0,1%, As – 0,01–0,02%, Bi – 0,006–0,03%, Ag – <1 г/т, Au – 0,01–1,0 г/т.

На рудопроявлении Шуардонском, расположенном на периферии зоны ороговикования, наблюдаются рудные зоны двух типов: первые – локализованные в разломных зонах дробления, вторые – избирательно замещающие прослойки песчаников и алевролитов. Первые расположены гипсометрически ниже вторых и, возможно, являются проводниками для них. Сама по себе структура Шуардонского р/п вполне может являться эталонной моделью структуры всего Суаркомского участка.

Суаркомское-II «Cu» (проявление №6) рудопроявление находится на левом обрывистом склоне балки «Аплитовая щель», правом притоке р. Суарком, на высоте 2900 м. На участке р/п развиты кварцевые диориты теплинского типа. Они прорваны многочисленными дайками дацитов и андезито-дацитов. По тальвегу балки «Аплитовая щель» прослеживается тектоническое нарушение аз. пад. $205^{\circ}-85^{\circ}$, которое является оперяющим по отношению к Северо-Адайком-Казбекскому разлому. К нему приурочена дайка дацитов мощностью 7–8 м. По простиранию дайка прослеживается на 110 м. Оруденение размещается в смятых и раздробленных кварцевых диоритах, непосредственно примыкающих к лежащему боку отмеченной дайки. Мощность зоны около 20 м, длина 50 м. Ее юго-восточный фланг перекрыт осыпью, СЗ – выклинивается. В пределах этой зоны наблюдается 5 параллельных линз с интенсивной вкрапленностью и гнездами *chr* мощностью от 2–3 см до 1 м при протяженности 10–25 м. Ориентировка зоны и входящих в нее линз аз. пад. $240^{\circ}-75-80^{\circ}$. В рудах макроскопически и под микроскопом выделяется халькопирит, пирит, марказит, арсенопирит, вольфрамит, ильменит, рутил, станнин, сфалерит,

вторичные. Рудная зона опробована в двух сечениях на среднюю мощность 1,5 м. Содержание меди – 0,62%, цинка – 0,08%, свинца – 0,005%, мышьяка – 0,015%, висмута – 0,00%, серебра – 0,0008% (8г/т). В наиболее богатой центральной части жилы содержание серебра достигает 0,02% (200 г/т). Золото в предшествующие годы не определялось. В рудах содержания золота варьируют от 0,12 до 0,24 г/т, серебра – от следов до 5,7 г/т.

В результате проведенных работ на участке выделяются четыре потенциально продуктивных площади:

– *Шуардонская рудная зона* включает в себя рудоносные зоны рудопоявления Шуардонское (проявление №10), Балки Диоритовой (№7) и II Южного Ледника (№5). Прогнозируемая протяженность зоны 2,3 км, из них лишь 1,5 км доступны для изучения, остальные скрыты под моренными отложениями. Ширина варьируется от 23 до 175 м. Морфологически она объединяет минерализованные зоны дробления, прожилковые зоны и отдельные жилы кварц-карбонат-хлоритового состава с тонкой минерализацией пирита, арсенопирита, халькопирита, висмутина. Зона пересечена геохимическими профилями в двух сечениях и изучена поисковыми маршрутами.

В рудах р/п Шуардонское, по данным пробирного анализа, содержания золота варьируют от 0,12 до 0,24 г/т. Содержание золота в штучных пробах, отобранных из рудных прожилков, по данным атомно-абсорбционного анализа составляет от 0,1 до 1,15 г/т. Повышенные содержания золота обычно приурочены к зонам сульфидизации (пирротин-халькопиритовый и арсенопирит-пирит-редкометалльный подтипы руд), в меньшей мере – к окварцованным зонам дробления. В размещении оруденения играет роль, по-видимому, и вертикальная зональность.

Параметры зоны: протяженность (L) – 1500 м; ширина средняя – 72 м;

Среднее содержание >1 г/т – Au 0,004 x 10⁻³%, Ag – 0,0096 x 10⁻³%.

Прогнозируемая глубина (размах оруденения), устанавливаемая по величине фактического эрозионного среза, – 520 м;

– *Суаркомская рудная зона* ориентирована диагонально по отношению к Шуардонской и имеет продолжение в направлении ледника Безымянный. Строение рудной зоны сходно со строением р/п Суаркомского-I, а на СЗ фланге зона расщепляется на две ветви и выполнена окремненными брекчиевидными породами с гнездами и прожилками тонкозернистого пирита и белого сахаристого кварца. С поверхности зона интенсивно ожелезнена. Аз. пад. прожилков 30–40°–50–70°. Ориентировка зон минерализации – 220–240°–40–80°. По зоне отобрано 22 точечные геохимические пробы. Золото установлено во всех пробах с содержаниями от 0,003 до 0,05 г/т.

Параметры зоны: протяженность – 570 м; ширина – от 50 до 175 м, в среднем 112 м.

Прогнозируемая глубина устанавливается по величине фактического эрозионного среза – 400 м.

Содержания Au (в среднем по зоне) – 0,0039 x 10⁻³%, Ag – 0,011 x 10⁻³%.

– *Диоритовая рудная зона* (рис. 2), выделяется по результатам опробования в пределах выхода гранодиоритовой интрузии. Характеризуется многочисленными рудоносными прожилками и трещинами в гранодиоритах, выполненных ассоциацией кварц-турмалин-хлорит-карбонат-арсенопирит-шеелит-молибденит с преобладанием кварца, турмалина и карбоната. Предположительно, зона связана с внутрiformационными трещинами интрузива. Иногда эти трещины выполняются

поздними дайками дацитов, в экзо- и эндоконтактах которых наблюдается оруденение. Зона контролируется ореолом пропильтизированных пород. Ее параметры предположительно составляют: по протяженности - 800 м, по ширине – от 60 до 90 м, простирание на глубину судя по естественному эрозионному срезу – до 400 м.

– *Северная рудоносная зона* выделяется по материалам опробования и представлена системой более мелких рудоносных зон, приуроченных к зонам дробления, оперяющим Льядонский региональный разлом – рудоносные участки Каскадного (№ проявления 3), II Южного Ледника (№5), Суаркомского арсенопиритового (№8) и целый ряд мелких пунктов минерализации, расположенных севернее Льядонского разлома. Зона оконтурена по геологическим данным с учетом площадного распространения рудной минерализации и прослеженной протяженности рудоносных зон известных рудопроявлений. Морфологически рудоносные участки представляют собой зоны катаклазированных пород по ороговикопесчано-алевролитовым породам бугульгинской свиты и лавам диабазовых порфиритов фиагдонского комплекса. Участки катаклаза интенсивно минерализованы кварцем и сульфидной минерализацией: пиритом, пирротинном, арсенопиритом, халькопиритом, висмутином, кубанитом. Оруденение представлено тонко рассеянной, вкрапленной и прожилковой минерализацией, изредка короткими жилами массивного рудного агрегата. В пределах Северной рудоносной зоны выделяется три участка, разделенных ледниками и моренными отложениями – Безымянный, II Центрально-го ледника и Каскадный.

На участке Безымянный повышенные содержания золота приурочены к рудным прожилкам арсенопирит-пирит-редкометального подтипа и окварцованным пиритизированным разломным зонам дробления.

Повышение содержания золота в пробах на участке II Центрального Ледника фиксируется в приразломных зонах тонкопрожилкового окварцевания. Литологически благоприятными породами являются полосчатые графитизированные кварциты и кварцитовидные сланцы.

На участке Каскадный содержание золота в штучных пробах достигает 1–2 г/т. Повышенные содержания золота приурочены к зонам прожилкового окварцевания, связанным с разломами, и рудным минерализованным зонам р/п Каскадный. Благоприятными литологическими породами являются вулканиты Фиагдонского комплекса и горизонты графитизированных кварцитовидных сланцев.

Предварительная геолого-поисковая модель. Исходя из приведенного обзора информации по золотоносности Теплинского рудного узла, предполагаемая прогнозная модель оруденения – золото-сульфидно-кварцевая, связанная с рудно-магматическими системами Фиагдонского и Теплинского комплексов.

Предполагается, что оруденение вышеуказанных золоторудных формаций локализуется в протяженных тектонических системах, оперяющих крупные нарушения в районе Теплинского узла (Северный и Южный Адайкомские, Льядонский и др. разломы), имеющих северо-западную и субширотную ориентировки. Под воздействием Теплинских и Фиагдонских очагов такие системы, развитые в терригенных толщах циклаурской (J_1sk) и казбекской (J_1kz) свит, претерпели значительные гидротермально-метасоматические и контактово-метаморфические изменения, которые также являются элементами прогноза.

Поисковые признаки и рудоконтролирующие факторы, определяющие локализацию золотого оруденения.

Прямыми признаками являются коренные проявления золота, характер нахождения в них металла (свободное, связанное с сульфидами, тонкодисперсное). Очень важным прямым признаком золотого оруденения следует считать площадные ореолы золота, выявленные при проведении опережающих геохимических поисков в Горной Осетии.

Комплексное изучение участков размещения ореолов золота позволяет установить генетический тип оруденения и перспективы площадей [Прокуронов и др., 1977; Ящинин, Курбанов, 2004]. Эти аномалии являются объектами для комплексного прогнозирования.

Косвенные признаки включают поля гидротермально измененных пород, которые могут сопровождать золотое оруденение. Основные среди них – окварцевание, карбонатизация, серицитизация, турмалинизация, лиственитизация, березитизация, хлоритизация, пропилитизация, аргиллизация, сульфидная минерализация и графитизация. Первостепенные для каждого конкретного участка будут выявлены в процессе работ. Кроме того, в качестве косвенных признаков будут использованы литогеохимические аномалии элементов, сопутствующих золотому оруденению (серебро, мышьяк, висмут, сурьма, молибден, вольфрам, медь, свинец, цинк и др.), а также комплексные геохимические структуры и аномальные объекты геохимического поля.

Основным рудоконтролирующим фактором следует считать магматический, который позволит установить парагенетическую связь оруденения с определенными потенциально золотоносными магматическими комплексами, а также выделить продуктивные на золото магматические формации и соответствующие им типы золотого оруденения.

Изучая проблему об источниках золота в месторождениях, С.Д. Шер (1978) сделал следующий вывод: *«На наиболее раннем этапе развития Земли (в докембрие) ведущую роль играли месторождения золота, генетически связанные с очагами базальтоидной магмы. В фанерозое подобные связи золотого оруденения с магматизмом характерны только для ранних стадий развития складчатых областей, когда формировались золотосодержащие колчеданные месторождения. На орогенной стадии развития золотое оруденение обнаруживает тесную связь с гранитной магмой, но всегда несущей следы более или менее значительного воздействия базальтоидного магматизма. В целом, в палеозое роль гранитных анатектических магм в качестве источника золота в его месторождениях наибольшая по сравнению с другими этапами развития Земли. В мезо-кайнозое ведущая роль среди источников эндогенного золотого оруденения вновь, как и на наиболее ранних этапах развития Земли переходит к базальтоидной магме. Однако комплексы магматических пород, с которыми связано золотое оруденение, несут гораздо более значительные следы взаимодействия с веществом коры, что выражается в появлении магматических формаций андезит-дацит-липаритового ряда с повышенной калиевостью или «пестрых» по составу серий дайковых пород».*

Одним из показателей продуктивности гранитоидов в отношении золотого оруденения являются повышенные содержания золота в порообразующих минералах-концентраторах золота: магнетите, биотите, мусковите.

Смешанный характер магматических источников золотого оруденения, а также участие в процессе рудообразования остальных рудоконтролирующих факторов обуславливает разнообразие золоторудных формаций и генетических типов золотого оруденения.

Стратиграфо-литологические факторы определяют связь оруденения с определенным стратиграфическим уровнем или литологической разновидностью пород, физические или химические свойства которых способствуют концентрации золота на площади их развития. В последние десятилетия изучение этой проблемы привело к выделению новых перспективных формаций – терригенно-карбонатной, углисто-терригенной, вулканогенно-осадочной, с которыми связаны многие стратиформные месторождения золота и серебра.

Метаморфизм горных пород также оказывает заметное влияние на размещение в них золотого оруденения, в отдельных случаях процессы метаморфизма приводят к существенному перераспределению отложенного как концентрированного, так и, главным образом, рассеянного золота, доводя его содержания до промышленных концентраций.

С проявлениями динамометаморфизма тесно связаны гидротермально-метасоматические или регрессивно-метаморфические изменения пород, что также влияет на перераспределение золота.

Тектонические факторы прогнозирования и поисков гидротермальных месторождений вполне применимы к золоторудным месторождениям, так как они формируются в весьма разнообразных структурно-тектонических условиях.

Важнейшим среди тектонических факторов являются региональные рудоконтролирующие разломы, так как повсеместно устанавливается рудо локализирующая роль узлов пересечения их с опережающими их разломами различных направлений. Например, жильно-штокверковое оруденение золото-сульфидно-кварцевой формации не локализуется обычно в структурных швах региональных разломов, а контролируется системами опережающих их разрывных нарушений, которые, в свою очередь, рудными трещинами одного-двух направлений.

При чешуйчато-надвиговом строении изучаемого региона особое внимание следует уделять локальным структурно-литологическим критериям, которые обладают наибольшей спецификой в связи с необходимостью особенно тщательного учёта возможной перестройки структурного плана. Надвиги могут играть экранирующую роль, способствуя концентрации элементов, или являются рудо-ограничивающими структурами по отношению к перемещенным потенциально рудоносным толщам.

При использовании гидротермально-метасоматических факторов необходимо выделять формации и фации околорудных метасоматитов – аргиллитовая и пропилитовая формации характерны для групп вулканогенных месторождений; листовито-березитовая и калишпатовых метасоматитов – плутоногенных месторождений. Необходимым условием является также выявление основных метасоматических процессов, связанных со стадией выщелачивания и стадией отложения, которые характеризуют различные типы оруденения.

В условиях Теплинского рудного поля **геофизические методы** целесообразно использовать для расшифровки магматических, стратиграфо-литологических, тектонических и гидротермальных факторов локализации рудопроявлений золота.

По результатам аэромагнитных съемок масштаба 1:50000 на локальных площадях, представляющих фрагменты юго-западной части Теплинского рудного узла и низовья междуречья рр. Дзамарашдон и Бугульгидон непосредственно Арсикомского участка, магнитное поле характеризуется спокойными колебаниями вектора магнитной индукции относительно условного нуля. Величина отклонения в абсолютном выражении не превышает 50–60 нТл. Магнитные свойства различных по-

род, слагающих геологический разрез участка, согласно статистическому анализу данных лабораторных измерений магнитной восприимчивости большого количества образцов пород, подтверждают общий вывод о низком уровне магнитной дифференцируемости пород региона в целом. Эффузивные породы среднего и основного состава (диабазы, диабазовые порфириды) имеют приблизительно ту же магнитную характеристику, что их интрузивные аналоги [Дорофеева и др., 1973]. Изменения значений магнитной восприимчивости интрузивных пород от умеренно кислого до основного составов не превышает одного порядка. Если среднее значение магнитной восприимчивости у гранодиоритов и кварцевых диоритов составляет $6-14 \cdot 10^{-3}$ СГС, то габбро-диабазы, диабазы и диабазовые порфириды имеют магнитную восприимчивость $12-20 \cdot 10^{-3}$ СГС. Для эффузивных пород это соотношение и того меньше. В свою очередь, значения магнитной восприимчивости интрузивных тел и эффузивных образований основного состава, практически, мало отличаются.

Целесообразность проведения детальной магнитной съемки на всей площади перспективного на золотоносность участка Арсиком была обоснована наличием в жильно-прожилковых и прожилково-вкрапленных золотоносных зонах золото-сульфидно-кварцевого состава сопутствующих магнитных минералов группы ферромагнетиков.

Благоприятствующим факторам для применения метода магнитометрии можно также считать наличие зон гидротермального изменения, к которым приурочено оруденение преимущественно кварцево-сульфидных жил. Гидротермальные изменения по разломам и трещиноватым зонам могут отмечаться отрицательными значениями вектора магнитной индукции, в особенности, если процессы проходят в интрузивных и эффузивных телах среднего и основного состава. В свою очередь сами интрузии основного состава в виде даек и штоков могут иметь повышенные значения магнитной восприимчивости, относительно пород терригенной, глинисто-туфогенной формации и зон гидротермального изменения.

Среди выделенных основных трех типов руд наиболее благоприятным поисковым признаком обладает халькопирит-молибденитовый подтип, содержащий в виде вкрапленности магнетит, пирротин, ильменит.

Известная зона этого подтипа оруденения приурочена к эндоконтакту гранодиоритовой интрузии, имеющая широкое развитие на западе Теплинского рудного узла в зоне площадного ороговикования.

Многообразие классифицированных типов оруденений создает трудность интерпретации магнитного поля, что не способствует оптимизации масштаба выбранной сети наблюдений и всего поискового комплекса геофизических методов. К примеру, для выделения халькопирит-молибденитового подтипа оруденения следует полагаться на положительные аномалии вектора магнитного поля, а в зонах гидротермальных изменений, где также может иметь место золото-сульфидный тип оруденения, как показывает практика и утверждает теория, приходится ожидать отрицательные аномалии.

Следует также признать, что при колебаниях мощностей рудных зон от десятых долей метра до нескольких метров в зависимости от типа или подтипа оруденения, следует шаг наблюдений принимать 5–10 м

Результаты магнитометрических работ на площади порядка 24 км^2 , расположенной к востоку от г. Тепли, в пределах выходов слабо-дифференцированной базальт-

андезитовой формации, представленной, в основном, диабазами, диабазовыми порфиритами, лавами и редкими выходами интрузий основного состава в виде даек, тел изометрической формы и массивов приведены на рис. 3.

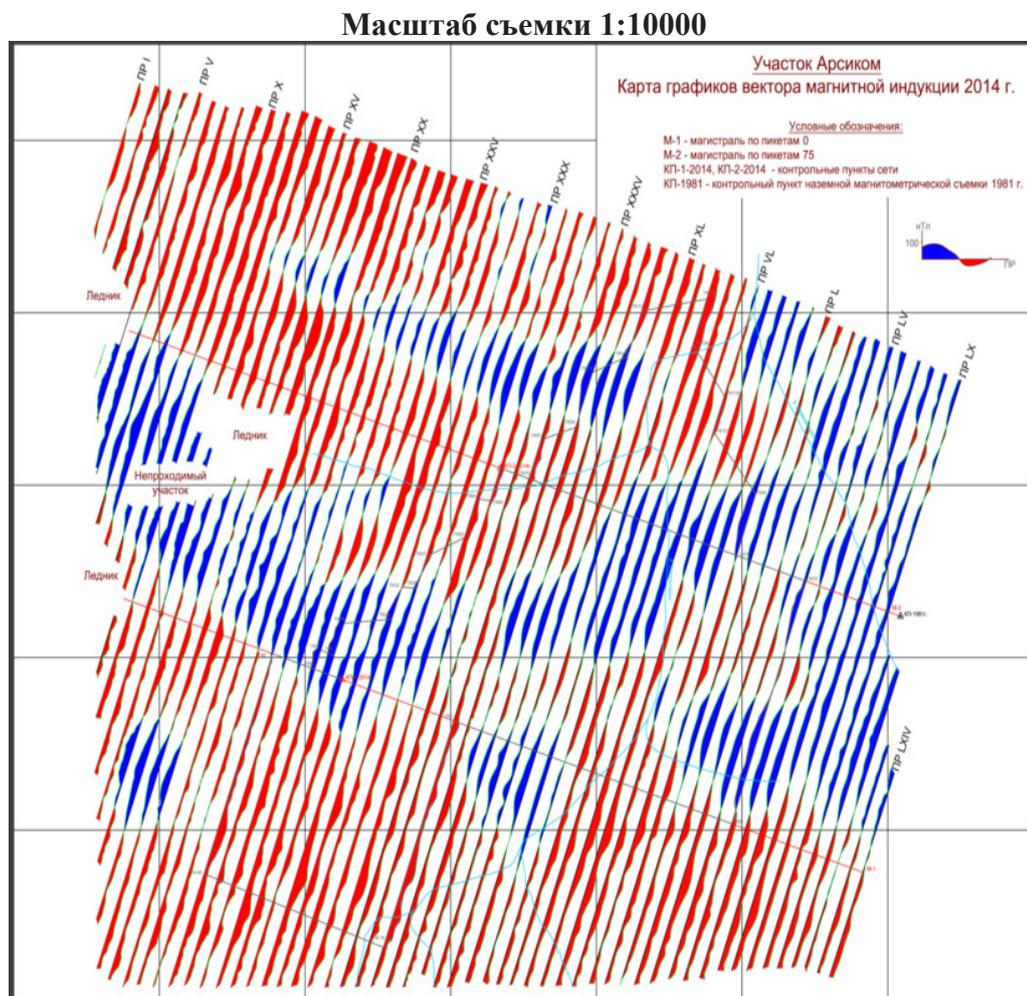


Рис. 3. Карта графиков вектора магнитной индукции 2014 г. Участок Арсиком

Сопоставление результатов наземной магнитометрической съемки с данными схематической геологической карты восточной части Теплинского рудного узла, показывает, что магниторазведка выделяет образования слабо-дифференцированной базальт-андезитовой формации и комплекс малых интрузий неогеновой теплинской диорит-гранодиоритовой формации.

Заключение

Описываемый район, в силу географической принадлежности к зоне Бокового хребта, характеризуется достаточно удовлетворительной обнаженностью и картирование по литолого-стратиграфическому, магматическому признакам не представляет трудности, за исключением участков развития четвертичных образований в пониженных формах рельефа и долинах рек.

Литолого-структурное дифференцирование пород на основе наземной магнитометрии представляется малоэффективным и не решает поисковые задачи.

В условиях Теплинского рудного поля *геофизические методы* целесообразно использовать для расшифровки магматических, стратиграфо-литологических, тектонических и гидротермальных факторов локализации рудопроявлений золота.

Основной упор при поисках рудопроявлений золота следует делать на экспресс методы полуколичественного анализа и геохимическую съемку, обеспеченную высокоточным лабораторным анализом.

Литература

Опубликованная

1. Актуализированные методические рекомендации по переоценке (оценке) прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. – М.: ЦНИГРИ, 2010. – С. 43–48.
2. Константинов М.М., Курбанов Н.К. и др. «Методика поисков золоторудных месторождений». – М.: ЦНИГРИ, 1990. – С. 167–180.
3. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. – М.: ФБУ ГКЗ, 2007. – С. 39–43.
4. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных металлов. Методическое руководство. Вып. Золото (выдержки). – М.: ЦНИГРИ, 2002. – С. 23.
5. Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению. – М.: Стандартиформ, 2009. – С. 58–64.

Фондовая

6. Асатиани Г.А. и др. Комплексная прогнозная оценка Танадон-Сантутидон-Казбекской зоны молодой тектоно-магматической активизации на свинец, цинк, молибден, золото и др. – Тбилиси, 1988. – №1759, фонды СКФ ФБУ «ТГФИ по ЮФО».
7. Давыдов К.В. и др. Информационный отчет по работе «Биогенная золотая минерализация в углубленных отложениях Северной Осетии». – Владикавказ, 1998. – №1854., фонды СКФ ФБУ «ТГФИ по ЮФО». – С. 18–19.
8. Дорофеева М.К. и др. Отчет Центрально-кавказской партии о результатах аэромагнитной съемки за 1973 г. – Ленинград, 1973. – С. 30.
9. Ольховский Г.П. Тибилев С.М. Отчет по составлению специализированной геологической основы м-ба 1:50000 для прогнозно-металлогенической карты Горной Осетии, 1987 г. №1962, фонды СКФ ФБУ «ТГФИ по ЮФО». – С. 92–96.
10. Прокуронов П.В. и др. Объяснительная записка к металлогенической карте Северного Кавказа м-ба 1:200000 на золото. – Ессентуки, 1977. – №1590, фонды СКФ ФБУ «ТГФИ по ЮФО». – С. 64–70.
11. Ящинин С.Б., Курбанов Н.К. Отчет о результатах работ по объекту «Локализация и оценка ресурсов рудного золота на Северном Кавказе» г. – Ессентуки, 2004. – ФГУГП «Севкавгеология». – С. 123.

DOI: 10.23671/VNC.2016.4.20907

GEOLOGICAL FEATURES AND THE CHARACTERISTIC OF THE TEPLI ORE FORMATION GOLD CONTENTS

© 2016 Kh.O. Chotchaev, R.R. Gogichev

Geophysical Institute of VSC RAS, Russia, 362002, Vladikavkaz,
Markov street, 93a, e-mail: cgi_ras@mail.ru

Basic ore-controlling factors are given, is given estimation of the metallogenic position of ore formation by its confinement to above- and to near-intrusive zones of the Tepli complex magmatic formation represented by the dikes of microdiorites (1 phase), granite-porphyrines and dacite (2 phase), by massifs and by the stocks of quartz it is dioritic and granodiorite (3 phase), and by numerous dikes and by the stocks of andesite-dacite and riodacites (4 phase). The wide variety of gold-ore formations, types and subtypes is explained by the mixed nature of the magmatic sources of gold mineralization, and also by participation in the process of the ore formation of tectonic, stratigrapho-lithologic, metamorphic factors. Under the conditions of Tepli ore field as the basic search method to the vein and sprinkled gold-ore accumulations is recommended geochemical testing on the primary and second halos.

Keywords: the ore manifestation of gold, ore-controlling factors, geochemistry, formational special features, Tepli ore field, the central Caucasus.