ВЕСТНИК ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА Том 10, № 2, 2014, стр. 44–51

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 553.411:470.64

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО ФЛАНГА ТЫРНЫАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

© 2014 г. М.Ю. Маркин[1], В.В. Столяров[1], И.Ю. Шишкалов[1]

Поступила 02.12.2013

На основании анализа новых геологических данных, полученных в ходе поисковых и тематических работ 2010–2013 гг., а также привлечения опубликованных материалов установлено, что промышленное золотое оруденение северного фланга Тырныаузского рудного поля локализуется в гранатсодержащих метасоматитах скарнового типа, развитых в форме разобщенных тел в пределах Зыгыркольской тектонической зоны северо-западного простирания, включающей альпийские дайки лейкократовых гранитов. Показано, что Зыгыркольская тектоническая зона представляет собой приразломную складку северо-западного простирания, в ядре которой обнажаются мраморизованные известняки, а на крыльях вулканогенные породы с прослоями филлитовидных сланцев. Она имеет древнее позднепалеозойское заложение, однако подвижки вдоль нее имели место и в период кайнозойской тектоно-магматической активизации. К осевой поверхности складки приурочена зона дробления, залеченная метасоматитами скарнового типа с наложенной золотоносной минерализацией. Выходы на поверхность золотоносных пироксен-гранатовых метасоматитов образуют не менее четырех разобщенных тел. Установлено, что в северо-западном направлении ось складки, совпадающей с рудоносной зоной, испытывает воздымание под углом около 10°, в то время как рельеф в этом же направлении имеет крутизну около 20°, т.е. относительно рельефа ось складки испытывает погружение, что является предпосылкой обнаружения не вскрытых денудацией золотоносных скарновых тел.

Главными условиями локализации золотого оруденения северного фланга Тырныаузского рудного поля являются: наличие позднепалеозойских интрузий кварцевых диорит-порфиритов; интенсивная тектоническая проработка рудного поля, фиксируемая по развитию широкой сети разноориентированных разрывных нарушений, обязательное существование разломов сколового типа северо-западного простирания; присутствие гранатсодержащих метасоматитов скарнового типа; наличие кайнозойских малых интрузий лейкократовых гранитов и развитие низкотемпературных метасоматитов лиственит-березитовой формации; оптимальный эрозионный срез.

Ключевые слова: Северный Кавказ, метасоматиты, золотое оруденение, интрузивные комплексы, альпийские дайки, гранатсодержащие скарны, рудная минерализация.

Среди скарновых месторождений известно несколько типов, характеризующихся повышенными концентрациями золота (и серебра), – это скарново-медный, скарново-молибден-вольфрамовый и скарново-редкометалльный. Однако золото-скарновые месторождения до последнего времени в качестве самостоятельных золоторудных объектов относились к редким образованиям и не вызывали повышенного интереса в связи с небольшими масштабами золотого оруденения.

Значительный интерес к золото-скарновым месторождениям стал возникать в последние годы в связи с разведкой и подготовкой к освоению среднего по запасам (70 т) золото-скарнового месторождения Макмал в Кыргызстане и крупных месторождений Лос-Филос в Южной Мексике и Быстринское в Читинской области России, показавших, что месторождения скарнового типа могут содержать крупные и сверхкрупные запасы золота.

Золотоносность Тырныаузского молибден-вольфрамового месторождения известна давно. В качестве попутного компонента из молибден-вольфрамовых руд было извлечено более 24 т золота. Начиная с 1962 по 1978 г. разными коллективами проводились специальные тематические работы на золото. Именно благодаря этим работам установле-

[1] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук (Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, тел. (863) 263-78-82, e-mail: v.stolyarov@bk.ru

на повышенная золотоносность скарнов за пределами молибден-вольфрамовых рудных тел и скарнов северного фланга Тырныаузского месторождения. В 2010–2013 гг. в пределах северного фланга Тырныаузского вольфрам-молибденового месторождения ООО "Каббалкгеология" провело специальные поисковые работы на золото. В результате установлено монометалльное золотое оруденение в скарнах при отсутствии в рудах вольфрамовых и молибденовых минерализаций.

МЕТОДИКА

Полевые исследования проводились в пределах восточной части минерагенической зоны Передового хребта на территории Эльбрусского района Кабардино-Балкарской Республики в летние полевые сезоны с 2010 г. вплоть до настоящего времени. Рельеф высокогорный и характеризуется интенсивной расчлененностью с крутыми обрывистыми склонами и глубоко врезанными долинами. Коренные выходы пород составляют около 20% территории участка, остальная площадь покрыта различными по происхождению и мощностью наносами.

В качестве основного метода изучения геологического строения и определения условий локализации золотого оруденения северного фланга Тырныаузского месторождения выбрана крупномасштабная геологическая съемка в комплексе с геохимическими и геофизическими методами исследований. Данные методы являются общепризнанными для изучения рудных узлов и полей, выявления роли структурно-литологических факторов в локализации рудных месторождений.

Основные исследования проводились в полевых условиях путем проведения геологического картирования и геохимической съемки по предварительно размеченной сети наблюдений 100×20 м. Профили были разбиты вкрест простирания основных геологических структур (по азимуту 0°) с учетом предполагаемого простирания рудных зон и тел. Методика проведения маршрутов предусматривала непрерывное геологическое наблюдение по ходу маршрута и фиксацию любых видимых признаков, указывающих на присутствие и возможность наличия рудной минерализации. Все подобные проявления и измененные вмещающие породы, кроме визуального изучения, подвергались опробованию бороздовым, точечным, штуфным способами в зависимости от обнаженности и масштабов проявления, отбирались образцы для минералого-петрографических исследований. Особое внимание в маршрутах уделялось выявлению и картированию метасоматических и гидротермальных образований, зон дробления, проявлений рудной минерализации, замерялись элементы залегания пород и руд, разрывных нарушений и трещин. Привязка геологических наблюдений осуществлялась при помощи портативных, откалиброванных GPS-навигаторов.

По результатам построена геологическая карта рудоносной Зыгыркольской зоны разломов (рис. 1), а также геологический разрез по линии I–I вдоль простирания этой зоны (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вопросам изучения различных факторов рудоносности, в т.ч. золотоносности исследуемой площади, посвящены работы [1–8 и др.]. Изложенные ниже результаты исследования и новые данные геологоразведочных работ частично подтверждают существовавшие представления и уточняют некоторые положения.

Во-первых, по результатам проведенных в 2010–2013 гг. геологопоисковых и тематических работ на северном фланге Тырныаузского рудного поля впервые выделен промышленно золотоносный участок, отвечающий по комплексу признаков потенциальному рудному полю. Он приурочен к Зыгыркольской зоне разломов, простирающейся за северный фланг Тырныаузского рудного поля [9]. Протяженность золотоносного участка более 2 км, ширина от 200 до 500 м. По одной из канав, вскрывшей на всем своем протяжении золотоносные скарны, содержание золота по данным пробирного анализа составило от десятых долей г/т до 10,1 г/т. Всего из 88 бороздовых проб содержание золота менее 0,5 г/т установлено только в 14 пробах. Содержание от 0,5 до 0,99 г/т установлено в 28 пробах. В 46 пробах выявлено содержание золота 1 г/т и более, из них 2,5 г/т и более выявлено в 18 пробах, т.ч. в 5 пробах – от 6 до 10,1 г/т.

Во-вторых, установлено, что золотоносный участок четко выделяется областью аномального содержания золота и сопутствующих элементов во вторичных ореолах рассеяния и различными геофизическими аномалиями. На фоне аномально повышенных содержаний золота от юго-восточного угла исследуемой площади на северо-запад отмечены в виде цепочки наиболее интенсивные и наиболее контрастные геохимические аномалии золота во вторичных ореолах рассеяния, содержание которого достигает 1,0 г/т и более [10]. Эти локальные аномалии связаны с конкретными телами золотоносных метасоматитов скарнового типа.

В целом исследованная территория сложена комплексом среднепалеозойских пород, стратиграфии и литологии которых посвящено много работ [1; 7; 11 и др.]. Здесь мы отметим, что они представлены серыми, до темно-серых, слоистыми мраморизо-

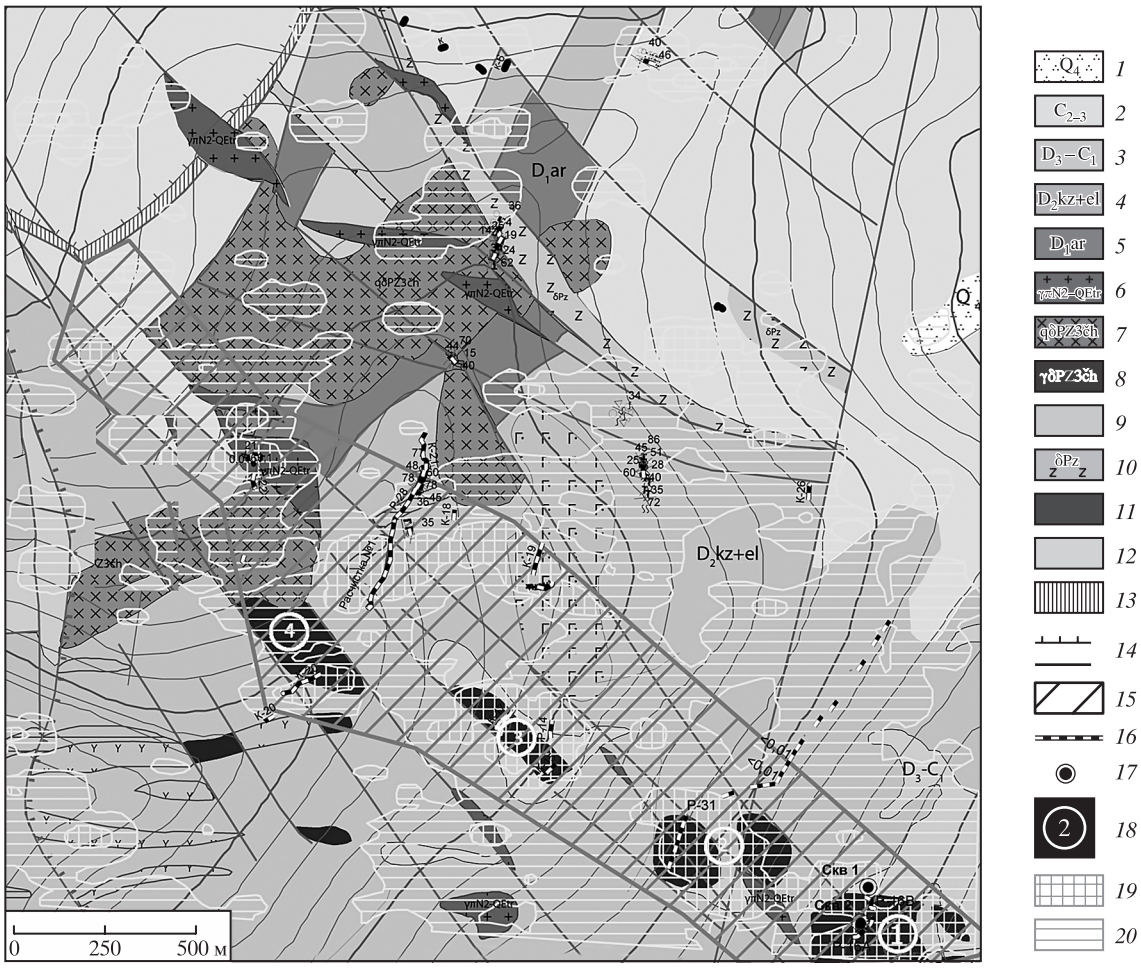

Рис. 1. Геологическая карта рудоносной Зыгыркольской зоны. *1* – четвертичные отложения (моренные); *2* – караджемасская и гремучинская свиты нерасчлененные, песчаники, гравелиты, конгломераты; *3* – гаралыкайская, чимулярская и колсуйские свиты нерасчлененные, песчаники, алевролиты, известняки, алевролитистые сланцы; *4* – кызылкольская и эльтюзбитинская свиты нерасчлененные, андезитовые порфириты, лавы, туфы, кремнистые сланцы; *5* – артыкчатская свита, филлитовые сланцы; *6* – лейкократовые аплитовидные граниты эльджуртинского комплекса; *7–9* – Чучкурский магматический комплекс: *7* – кварцевые диорит-порфиры; 8 – гранодиориты; *9* – диориты; *10* – серпентиниты герцинского магматического цикла; *11–12* – гидротермально-метасоматические образования: *11* – пироксен-гранатовые метасоматиты; *12* – кварц-карбонатные породы; *13* – милониты; *14* – надвиги, сбросы и взбросы; *15* – контур Зыгыркольской рудной зоны; *16* – горные выработки и их номера; *17* – поисковые скважины колонкового бурения и их номера; *18* – потенциально золотоносные тела пироксен-гранатовых метасоматитов: *1* – Нижнее, *2* – Среднее, *3* – Верхнее, *4* – Перевальное; *19–20* – геохимические аномалии содержания золота во вторичных ореолах рассеяния: *19* – более 1 г/т; *20* – 0,01–0,1 г/т

ванными известняками, мелкообломочными, зачастую также слоистыми зеленовато-серыми туфами и лавами плагиоклазовых порфиритов, кварцевых порфиров и реже авгитовых порфиритов с редкими невыдержанными прослоями серых филлитовидных сланцев мощностью от 2–3 до 10–20 м. Все породы в пределах этой площади в разной степени рассланцованы и перекристаллизованы с минеральными новообразованиями ассоциаций цеолитовой фации метаморфизма. В них также широко развиты минеральные ассоциации площадных метасоматитов пропилитового и березит-лиственитового типов с составами: кварц+биотит+амфибол, карбонат+серицит+хлорит, хлорит+серицит+кварц, реже мономинеральные серицитовые и кварцевые метасоматиты с прожилково-вкрапленной кварцево-сульфидной минерализацией. Развиты процессы контактового метаморфизма, представленные биотитовыми, корундовыми, кордиеритовыми, пироксеновыми и амфиболовыми роговиками. Широко развиты скарны и околоскарновые породы ранней щелочной стадии метасоматоза по Д.С. Коржинскому, а также представители метасоматитов стадии кислотного выщелачивания и поздней щелочной стадии, несущие разную рудную, в том числе и золотую, минерализацию.

Изученная площадь характеризуется наличием интрузивных пород ультраосновного, среднего и

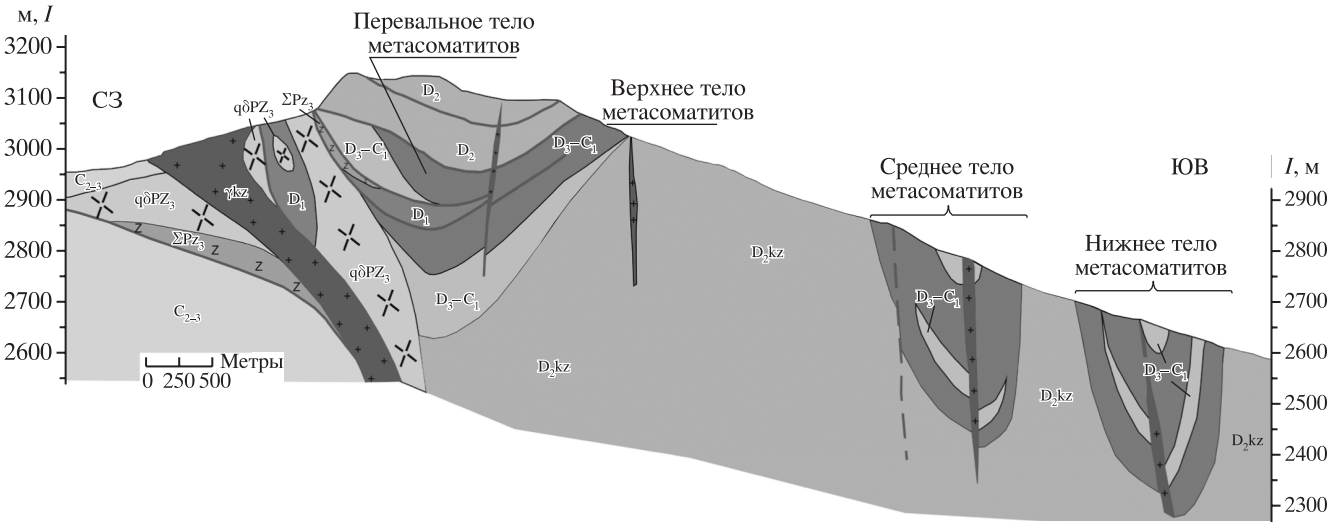

Рис. 2. Геологический разрез по восстанию рудоносной Зыгыркольской зоны (условные обозначения см. на рис. 1)

кислого состава двух магматических циклов: герцинского и альпийского. Характеристику различных аспектов интрузивного магматизма можно найти в работах [5; 7; 10; 12 и др.]. Остановимся лишь на некоторых из них.

Ультраосновные породы широко развиты в виде даек и мелких массивов и приурочены главным образом к крупным субширотным нарушениям сбросо-сдвигового характера, хотя локализуются также в зонах Северного и Центрального разломов и других более мелких широтных нарушений. Размеры тел по протяженности до 100–150 м, мощность до 80 м, протяженность отдельных линз достигает 300 м, мощность – 100 м, представлены плотными, почти черными перидотитами, состоящими из оливина с незначительной примесью ромбического пироксена. Однако неизмененные перидотиты достаточно редки. Форма тел вытянутая, линзовидная, сложены гипербазиты в основном серпентинитами, внутри которых иногда отмечаются реликты пироксена, оливина, с примесью карбонатов.

Интрузии среднего состава в пределах исследуемой территории представлены в основном телами кварцевых диорит-порфиров позднегерцинского чучкурского комплекса. Наиболее крупным является Гитче-Тырныаузский массив, слагающий хребет Гитче-Тырныауз и вытянутый вдоль него на 3,5 км. Небольшой массив кварцевых диоритов, расположенный к северо-востоку от него в поле развития средне-верхнекаменноугольных пород, также, очевидно, является его продолжением.

Микроструктура кварцевых диоритов порфировая, основной массы – аллотриаморфнозернистая, микропойкилобластовая. Порфировые выделения представлены плагиоклазом, роговой обманкой, кварцем и мелкозернистой основной массой того же состава. Акцессорные минералы представлены апатитом, а вторичные – пиритом, серицитом, хлоритом, окислами (гидроокислами) железа. Плагиоклаз вкрапленников среди порфировых выделений преобладает (не менее 75%). Представлен он кристаллами различной степени идиоморфизма призматического сечения. Кварц в порфировых выделениях распространён в значительно меньшем количестве, чем плагиоклаз. Наиболее крупное его выделение достигает 0,8×0,6 мм. Большая часть кварца сконцентрирована в основной массе в виде мелких зерен со средним размером 0,1–0,2 мм.

Альпийские интрузии кислого состава в пределах исследуемой территории представлены дайками и небольшими штоками лейкократовых гранитов тырныаузского комплекса. Среди них преобладают плагиоклазовые гранит-порфиры с порфировыми выделениями кварца, при исчезновении которых породы приобретают аплитовый облик. Породы состоят из плагиоклаза (андезина) – 51,4%; кварца – 46,8%; биотита – 0,5%; ортита – 0,9%. В некоторых разновидностях встречается гранат. В зонах экзоконтакта лейкократовых гранитов с мраморами отмечаются биметасоматические пироксен-гранатовые скарны с признаками рудной минерализации. Непосредственно на площади работ аплитовидные граниты образуют несколько пологопадающих к северу даек мощностью 8–9 м, слабо секущих филлитизированные аргиллиты кизилкольской свиты. Макроскопически это мелкозернистые сахаровидные однородные породы желтоватой или белой окраски. Микроскопически это полнозернистый агрегат кварц-плагиоклазового состава с аплитовой структурой. Лейкократовые гранитоиды в ряде случаев содержат повышенные концентрации золота и других рудных минералов (арсенопирит, галенит,

сфалерит и др.), заключенных в тончайших кварцевых прожилках, густой сетью пересекающих гранитоид.

Контактово-метасоматические преобразования в экзоконтактах интрузий чучкурского комплекса выражаются в ороговиковании и скарнировании вмещающих вулканогенно-осадочных пород. Низкотемпературные гидротермально-метасоматические изменения выражаются в березитизации, эпидотизации, лиственитизации, хлоритизации, серицитизации и окварцевании. Эти изменения наложены как на вмещающие породы, так и на кварцевые диориты и часто сопровождаются прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией.

Структурные особенности локализации золотого оруденения определяются прежде всего геотектонической позицией исследованной площади, которая относится к восточной части вулкано-тектонического грабен-синклинория Передового хребта, тектоника которого сравнительно хорошо изучена [7; 11–14 и др.]. Он представляет собой узкий (до 12 км) тектонический блок, расположенный между горст-антиклинорным поднятием Главного хребта и Карачаево-Черкесским горст-антиклинорием. Этот блок ограничен разрывными нарушениями Пшекиш-Тырнаузской шовной зоны и Северным разломом. Схождение этих зон по вертикали и латерали приводит к постепенному “выклиниванию” грабен-синклинория на глубине и в восточном направлении и к возникновению клиновидной морфологии последнего. Именно в области сильного сужения этой структуры и располагается изученный золотоносный участок.

Изоклинальная складчатость и пологие разрывные нарушения этого участка отражают деформации горных масс в обстановке тангенциального сжатия в субмеридиональном направлении. Оси складок высоких порядков, сместители надвигов и покровы имеют в основном северное падение, осложненное более поздними крутопадающими сбросами. К ним относятся Джуаргенский сброс, ограничивающий исследуемую площадь с севера и Центральный сброс, ограничивающий ее с юга.

Для системы продольных сбросов и взбросо-надвигов можно отметить некоторые общие характерные черты. При общей субширотной ориентировке и падении сместителей в южных румбах они не выдержаны по простиранию и особенно по падению. Нарушения расположены исключительно по контактам литологических толщ разной компетентности и, возможно, закладывались как межпластовые срывы. Зоны тектонической проработки не выдержаны, их морфология и состав слагающего материала разнообразны. К этим зонам нарушений чаще всего и приурочены интрузии кварцевых диоритов Чучкурского комплекса.

Кроме указанных фрагментов субширотных шовных зон покровно-надвигового типа широко развиты местные разломы сбросо-сдвигового типа диагонального северо-западного простирания, в том числе с тектонизированными телами серпентинитов. Они секут и смещают продольные разрывы взбросового типа. Важнейшими из них являются Малосуарыкская, Зыгыркольская, Хромитовая и Таверсинчиккольская зоны сбросо-сдвигов, к которым приурочены рудные, магматические и метасоматические проявления, что позволяет предполагать рудоконтролирующее значение тектонических зон северо-западной ориентировки.

Третья система более молодых субширотных разрывных нарушений представлена Центральным сбросом, отделяющим исследуемую площадь от Тырныаузского рудного поля, и четырьмя другими аналогичными разрывами (Юрским, Утесовским, Порфиритовым и Джуаргенским), расположенными за пределами изучаемой площади и имеющими более локальное значение.

Сама Зыгыркольская рудовмещающая зона представляет собой приразломную складку северо-западного простирания, в ядре которой обнажаются мраморизованные известняки, а на крыльях вулканогенные породы с прослоями филлитовидных сланцев. Из-за ундуляции шарнира складки единое когда-то тело скарнов оказалось разобщено. К осевой поверхности складки приурочена тектоническая зона дробления, итенсивно дробленные породы которой залечены наложившимися на них метасоматитами скарнового типа. Это подтверждается наличием тектонических брекчий, где обломки, представленные известняками, туфами и порфиритами кизилкольской и эльмезтюбинской свит, сцементированы метасоматитами скарнового типа. Последнее хорошо видно в расчистках 16 и 31, пройденных соответственно по Нижнему и Среднему телам золотоносных метасоматитов. В зоне разлома часто отмечаются маломощные кайнозойские дайки аплитов и лейкократовых гранитов эльджуртинского комплекса, такого же, как и разлом северо-западного простирания. Таким образом, Зыгыркольская зона разломов имеет древнее позднепалеозойское заложение, однако подвижки вдоль нее имели место и в период альпийской тектоно-магматической активизации.

Установлено, что в северо-западном направлении ось этой складки, совпадающей с рудоносной зоной, испытывает воздымание под углом около 10°, в то время как рельеф в этом же направлении имеет крутизну около 20°. Это значит, что относительно рельефа ось складки испытывает погружение.

Выходы на поверхность золотоносных пироксен-гранатовых метасоматитов, залечивающих зону этого разлома, образуют не менее четырех разобщенных тел, Нижнее, Среднее, Верхнее и Перевальное (см. рис. 2). Предшественниками они трактуются как самостоятельные тела. Предполагалось, что все они на некоторой глубине соединяются между собой и образуют единое сложное тело метасоматитов, вытянутое в северо-западном направлении. Однако последние результаты геофизических работ и геологические данные не подтверждают этого.

Контакты тел метасоматитов с вмещающими породами резкие, четкие, извилистые. Мощность их в раздувах достигает 200 м и больше. Прослеженная с перерывами протяженность их (с учетом всех четырех выходов) составляет 2000 м. Перепад высот по вертикали от высшей отметки Перевального тела (3200 м) до минимальной отметки выхода Нижнего тела (2640 м) составляет 560 м.

По минералогическому составу среди золотоносных скарнов Зыгыркольской зоны выделяются пироксеновые, гранатовые, существенно эпидотовые и промежуточные между ними разности. Характерно, что распределение этих разностей скарнов на местности имеет определенные закономерности. Так, в Нижнем скарновом теле преобладают пироксен-гранатовые и местами гранатовые скарны; в Среднем скарне – гранат-пироксеновые и пироксеновые; Верхнее тело сложено существенно эпидотовыми скарнами. Так как выходы скарнов на дневную поверхность расположены на различных гипсометрических уровнях (перепад высот около 400 метров), то это различие в их составе можно рассматривать как проявление вертикальной зональности метасоматоза. С другой стороны, минералогическое разнообразие скарнов можно объяснить, вероятно, и различием состава исходных пород, за счет которых они образовались. Известняковые скарны имеют преимущественно пироксеновый состав. Скарны, содержащие гранат, образовались, по-видимому, в основном за счет туфогенных пород и сланцев. Это положение хорошо иллюстрируется на Нижнем скарне, в западной части которого, вблизи выхода мраморизованных известняков, преобладают пироксеновые скарны, постепенно сменяющиеся по мере удаления от них пироксен-гранатовыми и гранатовыми разностями.

Существенно пироксеновый скарн представляет собой агрегат зеленых призматических кристаллов геденбергита, достигающих 6–10 см в длину. Микроскопическое исследование скарнов этой группы показало, что геденбергит занимает до 60–70% площади, характеризуется радиально-лучистыми, сноповидными и спутано-волокнистыми агрегатами. Для крупнозернистых геденбергитовых скарнов Среднего скарна характерны срастания с агрегатами ильваита. Также наблюдается развитие ильваита путем замещения геденбергита. Ильваит в виде столбчатых кристаллов смоляно-черного цвета, размер которых колеблется от 0,5 × 1,5 см до 2 × 8–10 см в поперечнике. Гранат-пироксеновые и пироксен-гранатовые скарны обычно мелкозернистые. Пироксены представлены диопсид-геденбергитовой разностью. В шлифах пироксен в основном представлен реликтами, сохранившимися лишь в виде скелетных псевдоморфоз, нацело замещенных кальцитом. Иногда пироксен присутствует в виде участков небольших размеров, где он представлен удлиненными призматическими кристаллами, образующими метельчатые и лучистые агрегаты, не превышающими 0,35 мм по удлинению, в различной степени (до псевдоморфоз) карбонатизированными. Пироксен, как правило, карбонатизирован и хлоритизирован и занимает в шлифе до 30% его площади. Гранаты относятся к гроссуляр-андрадитовой разности, в шлифах занимают от 60–70% его площади, представлены почти сплошным агрегатом аномальных зёрен, обнаруживающих ясно выраженную оптическую зональность различного характера и масштаба. Зональность преимущественно секториальная, реже концентрическая. Размеры зёрен различные, форма часто идеальная, сечения изометричные, наиболее крупные достигают 0,35 мм в диаметре. Эпидотовый скарн представляет собой плотно упакованный агрегат изометричных зёрен эпидота диаметром 0,1–0,35 мм, межзерновые пространства между которыми местами выполнены грязно-зелёной слабопросвечивающей минеральной массой, не реагирующей на поляризованный свет. Эпидот и клиноцоизит в шлифах преобладают и слагают преимущественно мелкозернистые полосчатые агрегаты, чередующиеся с полосками более крупнозернистого клиноцоизот-эпидотового состава. Кроме основных минералов в состав скарнов входят также кварц, карбонат, хлорит, амфидол, эпидот.

Рудная минерализация, по данным изучения аншлифов из канав и керна скважин, представлена неравномерной вкрапленностью, прожилками и гнездами сульфидов, в составе которых преобладают пирротин, пирит, арсенопирит, в меньших количествах сфалерит, халькопирит, бисмит, тетрадимит, молибденит, галенит, блеклые руды, самородное золото, жозеит, кобальтин, риккардит, реальгар, борнит, ковеллин, халькозин, а также оксиды железа – магнетит, мушкетовит, лимонит. Структура руд пластинчато-зернистая, текстура вкраплено-прожилковая.

В естественных обнажениях и в керне скважин, пройденных на Нижнем скарне, рудные минералы

представлены крайне неравномерной вкрапленностью магнетита, пирита, халькопирита, тетрадимита и самородного золота, весьма редко (на Среднем скарне) отмечались галенит и сфалерит.

ВЫВОДЫ

Таким образом, главными условиями локализации золотого оруденения северного фланга Тырныаузского рудного поля являются: 1) наличие позднепалеозойских интрузий кварцевых диорит-порфиритов и связанных с ними контактовых метасоматитов кварц-карбонатного, карбонат-плагиоклаз-гранат-пироксенового и пироксен-гранатового составов; 2) интенсивная структурная проработка рудного поля, фиксируемая по развитию широкой сети разноориентированных разрывных нарушений, обязательное присутствие разломов сколового типа северо-западного простирания; 3) наличие гранатсодержащих скарнов; 4) проявление альпийских малых интрузий лейкократовых гранитов и развитие низкотемпературных метасоматитов лиственит-березитовой формации; 5) оптимальный эрозионный срез. Совокупность изложенных данных свидетельствует о полихронности формирования золоторудных минерализаций и вмещающих скарновых тел.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность начальнику Территориального управления по недропользованию КБР к.г.-м.н. А.С. Емкужеву и старшему геологу ООО “Каббалкгеология” М.С. Емкужеву за помощь в проведении полевых работ и предоставлении геологических материалов.

Работа выполнена в рамках Программы Президиума РАН № 27 (проект 1.1.10).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вихтер Б.Я., Чанышев И.С. 1995. Основные типы и металлогенетические особенности золотого оруденения Северного Кавказа. В кн.: *Основные проблемы геологического изучения недр Северного Кавказа.* Ессентуки: 35–41.
2. *Емкужев А.С., Емкужев М.С., Парада С.Г.* 2009. Перспективы развития минерально-сырьевой базы золота и цветных металлов Кабардино-Балкарской Республики. В кн.: *Состояние минерально-сырьевой базы Юга России и перспективы ее развития*. Ростов н/Д: 76–83.
3. Исаев В.С., Глазырина Н.В. 2004. Олистостромовые образования хребта Гитче-Тырныауз – фрагмент черносланцевой формации палеозоя зоны Передового хребта Северного Кавказа. В кн.: *Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа: Материалы IV Международной науч. конф., 4–6 фев. 2004 г. Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ).* Новочеркасск, ООО НПО “ТЕМП”: 108–116.
4. Кулиш Е.А., Ныpков Е.А. 2007. *Топоминералогия и прогнозно-поисковая модель вольфрамового оруденения Северного Кавказа*. Киев, “Логос”: 255 с.
5. Ляхович В.В. 1976. *Связь оруденения с магматизмом (Тырныауз)*. М., “Недра”: 336 с.
6. Парада С.Г., Столяров В.В. 2012. О связи золотого оруденения северного фланга Тырныаузского месторождения с интрузивными комплексами (Кабардино-Балкарская Республика). *Доклады Академии наук*. 445 (4): 437–440.
7. Пэк А.В. 1962. *Геологическое строение рудного поля и месторождения Тырныауз.* М., “Недра”: 168 с.
8. Пэк А.В.,Снежко Е.А., Курдюкова З.И. 1970. Новые данные о структуре рудного поля месторождения Тырныауз. В кн.: *Проблемы геологии Донбасса и Сев. Кавказа*. Новочеркасск: 73–82.
9. Парада С.Г., Столяров В.В. 2012. О роли палеозойских интрузий в локализации золотоносных минерализаций на северном фланге Тырныаузского рудного поля. *Вестник Южного научного центра.* 8 (2): 33–40.
10. Исаев В.С., Гайдуков В.Д., Глазырина Н.В. 2001. Геологическая позиция, магматизм и метасоматоз в черносланцевых образованиях палеозоя Тырныаузского рудного узла. В кн.: *Проблемы геологии и геоэкологии Южно-Российского региона: сб. науч. тр. Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ)*. Новочеркасск, “Набла”: 53–65.
11. Баранов Г.И., Кропачев С.М. 1976. Стратиграфия, магматизм и тектоника Большого Кавказа на докембрийском и палеозойском этапах развития. В кн.: *Геология Большого Кавказа*. М., “Недра”: 45–153.
12. Снежко В.А., Усик В.И., Потапенко Ю.Я. 2000. Геодинамическая модель формирования герцинских гранитоидов Большого Кавказа. В кн.: *Геология и минерально-сырьевая база Северного Кавказа.* Ессентуки: 155–175.
13. Белов А.А. 1989. *Геодинамика Кавказа*. М., “Наука”: 211 с.
14. Расцветаев Л.М., Греков И.И., Компаниец М.А. 2004. Глубинное строение Большого Кавказа: сдвиговая модель. В кн.: *Эволюция тектонических процессов в истории земли.* Новосибирск, изд-во СО РАН: 100–103.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF LOCALIZATION OF GOLDEN MINERALIZATION AT THE NORTHERN FLANK OF THE TYRNY-AUZ ORE FIELD

M.Yu. Markin, V.V. Stolyarov, I.Yu. Shishkalov

Based on the analysis of new geological data, obtained in the course of search and thematic works of 2010–2013, as well as on the published materials, it was ascertained that commercial ore mineralization of the northern flank of the Tyrny-Auz ore field is localized in the garnet-containing metasomatites of skarn type developed in the form of separated bodies within the Zygyrcol tectonic zone of the north-western strike including Alpine dikes of leucocratic granites. It is shown that the Zygyrcol tectonic zone is a near-fault fold of the north-western strike with exposed marbled limestones in the core and volcanogenic rocks with interlayers of phyllite-like slates at the limbs. It is of the ancient Late Paleozoic origin, but the shifts along it also took place during the period of Cenozoic tectonic-plutonic activation. A zone of crushing healed by metasomatites of the skarn type with superposed golden mineralization is connected with the axial surface of the fold. The outcrops of gold-bearing pyroxene-garnet metasomatites form at least four separate bodies. It was ascertained that in the north-western direction the axis of the fold, coinciding with ore-bearing zone, undergoes the rise at the angle of about 10°, while the relief has steepness of about 20°, i.e. the axis of the fold dives in relation to the relief, which is a precondition for the discovery of ore-bearing skarn bodies unrevealed by denudation.

The main conditions of localization of golden mineralization at the northern flank of the Tyrny-Auz ore field are: the presence of the Late Paleozoic intrusions of the quartz diorite-porphyries; intensive tectonic re-shaping of the ore field, fixed by the development of a wide network of differently oriented faults, and obligatory existence of the cracks of shear type of the north-western strike; the presence of garnet-containing metasomatites of skarn type; the presence of Cenozoic minor intrusions of leucocratic granites and the development of low-temperature metasomatites of listvenite-beresite formation; the optimal erosion cut.

Key words: Northern Caucasus, metasomatites, golden mineralization, intrusive complexes, Alpine dikes, garnet-containing skarns, ore mineralization.

REFERENCES

1. Vihter B.Ya, Chanyshev I.S .1995. [Basic types and metallogenic features of gold mineralization of the North Caucasus]. In: *Osnovnye problemy geologicheskogo izuchenija nedr Severnogo Kavkaza.* [*Main problems of geological study of the Northern Caucasus subsurface*]. Essentuki: 35–41. (In Russian).

2. Emkuzhev A.S., Emkuzhev M.S., Parada S.G. 2009. [Prospects of development of the mineral resource base of gold and base metals in Kabardino-Balkar Republic]. In: *Sostojanie mineral'no-syr'evoj bazy Juga Rossii i perspektivy ee razvitija*. [*Condition of mineral raw materials base of Russian South and prospects of its development*]. Rostov-on-Don: 76–83. (In Russian).

3. Isaev V.S., Glazyrina N.V. 2004. [Olistostrome education Ridge Gitchi-Tyrnyauz – a fragment of black shale formation of the Paleozoic area of the Front Range of the Northern Caucasus]. In: *Problemy geologii, poleznyh iskopaemyh i jekologii Juga Rossii i Kavkaza: Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 4–6 fev. 2004 g. Juzhno-Rossiyskyi gosudarstvenniy tehnicheskiy universitet* (*NPI*). [*Problems of geology, mineral wealth and ecology of Russian South and Caucasus: materials of IV International Scientific Conference, Feb. 4–6, 2004, South-Russ. State Technical University* (*NPI*)]. Novocherkassk, OOO NPO “TEMP”: 108–116. (In Russian).

4. Kulish E.A., Nyrkov E.A. 2007. *Topomineralogija i prognono-poiskovaja model' vol'framovogo orudenenija Severnogo Kavkaza.* [*Topomineralogy and forecast-prospecting model of tungsten mineralization of the North Caucasus*]. Kiev, “Logos”: 255 p. (In Russian).

5. Liakhovich V.V. 1976. *Svjaz' orudenenija s magmatizmom* (*Tyrnyauz*). [*Communication mineralization with magmatism* (*Tyrnyauz*)]. M., “Nedra”: 336 p. (In Russian).

6. Parada S.G., Stolyarov V.V. 2012. Relation of gold mineralization on the northern klank of the Tyrnyauz deposit to intrusive complexes, Kabardino-Balkar Republic. *Doklady Earth Science.* 445 (2): 939–942. (In English).

7. Pek A.V. 1962. *Geologicheskoe stroenie rudnogo polya i mestorozhdeniya Tyrnyauz*. [*Geological structure of the ore field and the Tyrnyauz deposit*]. M., “Nedra”: 168 p. (In Russian).

8. Pek A.V., Snezhko E.A, Kurdyukova Z.I. 1970. [New data on the structure of the ore field deposits Tyrnyauz]. In: *Problemy geologi Donbassa and Severnogo Kavkaza*. [*Problems of geology, Donbas & Northern Caucasus*]. Novocherkassk: 73–82. (In Russian).

9. Parada S.G., Stolyarov V.V. 2012. [About a role of Paleozoic intrusions in localization of golden mineralization at the Northern flank of the Tyrny-auz ore field]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 8(2): 33–40. (In Russian).

10. Isaev V.S., Gaidukov V.D., Glazyrina N.V. 2001. [Geological setting, magmatism and metasomatism in black shale formations Paleozoic Tyrnyauz ore field]. In: *Problemy geologii i geojekologii Juzhno-Rossijskogo regiona: Sbornik nauchnyh trudov Juzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta* (*NPI*). [*Problems of geology and geoecology of South-Russian Region: Collection of scientific transactions, South-Russian State Technical University* (*NPI*)]. Novocherkassk, “Nabla”: 53–65. (In Russian).

11. Baranov G.I., Kropachev S.M. 1976. [Stratigraphy, magmatism and tectonics of the Greater Caucasus Precambrian and Paleozoic stages of development]. In: *Geologija Bol'shogo Kavkaza.* [*Geology of Greater Caucasus*]. M., “Nedra”: 45–153. (In Russian).

12. Snezhko V.A., Usik V.I., Potapenko Ju.Ja. 2000. [Geodynamic model of the Hercynian granitoids of the Greater Caucasus]. In: *Geologija i mineral'no-syr'evaja baza Severnogo Kavkaza*. [*Geology and mineral raw materials base of Northern Caucasus*]. Essentuki: 155–175. (In Russian).

13. Belov A.A. 1989. *Geodinamika Kavkaza.* [*Geodynamics of the Caucasus*]. M., “Nauka”: 211 p. (In Russian).

14. Rascvetaev L.M., Grekov I.I., Kompaniec M.A. 2004. [Deep structure of the Greater Caucasus: the shear model]. In: *Jevolucija tektonicheskih processov v istorii Zemli.* [*Evolution of tectonic processes in the Earth’s history*]. Novosibirsk, Siberian Department, RAS: 100–103. (In Russian).