

**К МЕТОДИКЕ ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШТОКВЕРХОВОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ
КОММУНАРА (ХАКАСИЯ)**

А. Ф. КОРОБЕЙНИКОВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Геологическое строение Коммунаровского района освещалось в литературе [1, 2, 6, 13, 14 и др.]. В пределах рудного поля обнажаются породы диабазово-порфиритовый и вулканогенно-осадочной толщ, слагающих восточное крыло крупной антиклинали ССВ простирания. Разнородное строение обеих толщ обусловило двухэтажное строение, причем верхний структурный этаж, сложенный породами вулканогенно-осадочной толщи с субпослойными телами диоритоидов, в силу своих литологических и механических свойств, явился продуктивным на золото. Собранные в складки породы района разбиты многочисленными крупными дорудными крутопадающими разрывами продольного и поперечного типов (по отношению к простиранию пород). Пространственное соотношение разрывов обусловило формирование блоковой тектонической структуры рудного поля.

Вмещающие толщи прорываются многочисленными мелкими субсогласными телами уралитизированных диоритоидов¹⁾ буйского интрузивного комплекса и крупным Солгонским гранодиоритовым плутоном. Следует заметить, что геологические границы рудного поля точно не установлены. Можно только сказать, что оно охватывает площадь распространения вулканогенно-осадочной толщи, с запада ограничено линиями контакта гранодиоритового массива и диабазово-порфиритовой толщи, с востока — контактом существенно сланцевой толщи, а с севера и юга определяется в основном распространением мелких диоритоидных тел, залегающих в крупной ослабленной зоне близмеридионального направления.

Все известные золоторудные месторождения Коммунара располагаются в приконтактной полосе крупного Солгонского гранодиоритового массива и пространственно приурочены в основном к мелким телам уралитизированных диоритов и габбродиоритов, соподчиненных складчатой структуре вмещающей вулканогенно-осадочной толщи предположительно среднекембрийского возраста [13]. Интрузивные тела в большинстве случаев имеют линейно-вытянутую, линзообразную и реже штокообраз-

¹⁾ Автор, в отличие от Н. А. Фогельман [13], придерживается точки зрения А. Я. Бульникова [1] и Д. И. Каллиникова [2], что диоритоидные тела являются интрузивными образованиями.

ную формы в плане. Эти диоритоидные тела на общем фоне примерно однородных вмещающих пород явились весьма важным структурным элементом, обусловившим в силу своей жесткости анизотропность деформируемой среды. Последнее в известной мере сказалось на проявлении трещинной тектоники, а это, в свою очередь, повлияло на распределение золотого оруденения в пределах рудного поля. Рудные тела располагаются либо внутри диоритовых массивов, либо тяготеют к контактам последних.

По структурно-морфологическому признаку все известные месторождения Коммунара укладываются в три основные группы: 1) рудные тела, сформированные в одиночных тектонических трещинах (жильный тип); 2) рудные тела, сформированные в системах сближенных трещин (штокверковый тип)¹⁾ и 3) рудные тела комбинированного типа, включающие как кварцевые жилы, так и сопровождающие их штокверки.

На выбор методики поисков и разведки, кроме морфологии и строения рудных тел существенное влияние оказывает вещественный состав руд и характер распределения металла в них [5]. В пределах Коммунарского золоторудного узла среди известных месторождений отчетливо выделяются следующие минеральные ассоциации (по данным 70 рудных тел): 1) кварц-пирит-арсенопирит-пирротиновая, 2) кварц-пирит-халькопиритовая, 3) кварц-халькопирит-тетрадимитовая, 4) кварц-халькопирит-сфалерит-галенитовая с убогим содержанием золота и 5) кварц-карбонатная с пиритом и сфалеритом, не содержащая золота. Наиболее распространенными являются две первые группы минеральных ассоциаций, которые составляют до 70—80% от общего числа рудных тел. Согласно классификации Н. В. Петровской [6], в рудах Коммунара отчетливо выделяется два типа продуктивных ассоциаций: 1) переменноподуктивная, включающая жильный кварц второй генерации с пиритом и пирротином и 2) постоянно-продуктивная, включающая кварц-пирит-халькопиритовую и кварц-пирит-халькопирит-тетрадимитовую ассоциации с самородным золотом. Однако отчетливой связи самородного золота с сульфидами первых типов минеральных ассоциаций не наблюдается, да и самих сульфидов в рудных телах не превышает 0,2—1% от общего минерального состава и только с медновисмутовой минерализацией устанавливается отчетливая связь. Нередко обогащенные сульфидами кварцевые жилы и прожилки оказываются более бедными золотом по сравнению с жильным кварцем, лишенным сульфидов. Все это указывает на некоторую пространственную самостоятельность в распределении сульфидов и золота. Наиболее высокие содержания металла, как правило, имеют более тонкие кварцевые прожилки, сложенные мелко- и среднезернистым серовато-белым кварцем. Наиболее крупные скопления агрегатов золота большей частью тяготеют к призальбандовым частям кварцевых жилок или в виде отдельных гнезд, налетов и жилок появляются вдоль трещин жильного кварца и вмещающих пород. Нередко самородное золото проникает по тончайшим трещинкам и в боковые породы. В крупных кварцевых жилах распределение золота носит в основном гнездовой, а в штокверках — столбовой характер. Содержание металла в жилах и штокверках весьма неравномерное. Обогащенные золотом участки кварцевых жил и штокверков — рудные гнезда и столбы — имеют разнообразную форму и размер, причем их расположение и конфигурация находятся в прямой зависимости от степени тектонической трещиноватости вмещающих пород.

Обобщая личные наблюдения и материалы предыдущих исследований [1, 2, 13 и др.], можно сделать некоторые общие выводы о поисковых

¹⁾ К штокверковому типу золотооруденения мы относим и скарново-магнетитовые линзы Калиостровского месторождения с наложенной золотой минерализацией.

критериях и признаках на рудное золото: 1) оруденение генетически связано с гранодиоритовой интрузией и размещается в приконтактовых зонах Солгонского интрузива; 2) среди вмещающих толщ района наиболее благоприятной для локализации оруденения являются площади развития вулканогенно-осадочной толщи с многочисленными мелкими субпослойными телами амфиболизированных диоритоидов. Эти диоритоидные тела могут считаться продуктивными. Благоприятным фактором является неоднородность состава вмещающей толщи и наличие в ней горизонтов массивных пород (порфиритов и их туфов), переслаивающихся с углисто-кремнистыми сланцами, вдоль которых при тектонических деформациях возникали крупные межпластовые сколовые трещины, вмещающие кварцево-сульфидные жилы; 3) определяющим в размещении рудных тел являются крупные продольные разрывы, проходящие обычно вдоль линейных диоритоидных тел, которые обусловили формирование систем оперяющих тектонических трещин, вмещающих золотую минерализацию. Наиболее обогащенными металлом оказываются диоритовые тела, расположенные в висячих боках указанных разрывов. Также благоприятны для локализации оруденения узлы сопряжений крупных продольных разрывов и субширотных зон тектонической трещиноватости. Из контактово-метасоматических образований рудовмещающими являются скарново-магнетитовые линзы, сформированные в зонах контролирующих продольных разрывов, в которых благодаря повторным тектоническим подвижкам по указанным нарушениям возникали многочисленные оперяющие трещины, локализовавшие впоследствии золоторудную минерализацию; 4) несомненную роль в размещении как некоторого регионального характера метасоматических процессов, так и в распределении золотого оруденения на площади сыграли пологие контакты гранодиоритового плутона. Вероятно, пологие контакты интрузива являются немаловажным критерием для поисков слепых рудных тел и особенно золотосодержащих скарново-магнетитовых линз; 5) из всех послемагматических процессов сопутствующим золотому оруденению, является окварцевание и актинолитизация. Поэтому наличие в породах продуктов названных процессов может служить весьма надежным поисковым признаком на золото в указанном районе. Вторым поисковым признаком являются вторичные ореолы рассеяния [10], окружающие месторождения.

Исходя из указанных поисковых критериев и признаков, предлагается следующая схема проведения поисково-оценочных работ в Коммунарском районе, а именно: геологоструктурная съемка, главной задачей которой является установление общих геологических структур и особенно крупных рудоконтролирующих разрывов, обычно субмеридионального простирания, сопряженных с участками и зонами повышенной тектонической трещиноватости диоритоидных пород. Изучение морфологии мелких интрузивов, их трещиноватости, окварцевания и актинолитизации. На основании изучения трещинной тектоники могут быть составлены карты трещиноватости пород, которые с учетом других геологических факторов будут прогнозными для поисков золоторудных тел. Кроме того, необходимо все жильные месторождения района пересмотреть с точки зрения нахождения штокверков и особенно те из них, которые располагаются в приконтактовых поясах диоритовых массивов и горизонтов эффузивов, на что в свое время обращали внимание ряд исследователей [2].

Учитывая факторы, что Коммунарский золотоносный район располагается на закрытой площади, где свыше 80% площади занимают курумы и делювиально-аллювиальные образования, достигающие нередко значительной мощности (от 2 до 7 м), на первом этапе проведения поис-

ковых работ наиболее надежным методом поисков является свалометрия, включающая штуфное опробование делювиальных обломков жильного кварца, гидротермально измененных и минерализованных пород. Эти свалы нередко образуют вторичные ореолы рассеяния (механические ореолы рассеяния по А. П. Соловову [11]). Довольно мощный чехол делювиальных отложений почти полностью лишает возможности наблюдений по коренным обнажениям и обуславливает применение ряда мер по наблюдению за делювием. Благодаря свалометрии оконтуриваются участки золотого оруденения, которые в дальнейшем подвергаются детальным оценочным работам. При оконтуривании их основное внимание уделяется выяснению направления и расстояния перемещения обломочного материала по склонам гольцов, с учетом характера рельефа. Свалометрия проводится в период маршрутного искаживания исследуемой площади. Направление маршрутов выбирается в основном вкрест господствующего простирания геологических структур, причем первые маршруты располагаются у подножья склонов, что позволяет дать первую оценку перспектив данного участка. В период маршрутного искаживания большое внимание должно уделяться обследованию элювиально-делювиальных отложений с целью выявления обогащенности того или иного участка скарново-магнетитовыми, окварцованными, актинолитизированными и сульфидизированными образованиями, сопутствующими золотому оруденению. При этом необходимо четко разграничивать в поле жильный кварц различных генераций, поскольку продуктивными в общем случае оказывается серовато-белый среднезернистый кварц второй генерации.

Свалометрия сопровождается шлиховым опробованием на золото. Шлиховое опробование, как показывает опыт работ в районе, дает положительные результаты, особенно на площадях развития рудных тел с относительно крупным самородным золотом (размером 0,05—0,5 мм). Отбор шлиховых проб производится из копушей глубиной 0,5—1 м [3, 9] и из всех поверхностных выработок, проходимых в период съемки. Из шурфов отбирается одна бороздовая проба из делювия, на всю глубину шурфа, причем размеры борозды не превышают $10 \times 20 \times 200$ см [4, 9]. В случае значительных наносов (свыше 3 м) или наличия слоя курумов пробы отбираются из делювиального материала припочвенной части шурфа. В первую очередь шлиховому опробованию подвергаются участки развития зон гидротермального изменения и скарнирования, а также интрузивов диоритов, габбро-диоритов и т. п. Первые линии закопашек, из которых отбираются шлиховые пробы, закладываются в делювии в соответствии с рельефом, т. е. у подошвы склонов, обычно по долинам ключей и логов. Первоначально проходятся две линии с расстоянием между ними в 100 м, а между копушами—40 м. При детализации расстояние между копушами сокращается до 20-10 м. Размер проб составляет 0,02 кубм (емкость двух лотков). Более подробно все стадии работ при шлиховом опробовании изложены в ряде руководств [3, 4, 9, 10, 11]. Пробы отмываются до серого шлиха, причем из полученного материала, после его просмотра на золото, отбирается проба на золотоспектрохимический анализ.

Одновременно отбираются и бороздовые пробы (размером $3 \times 5 \times 100$ см) из обнажений гидротермально минерализованных пород, а также из поверхностных выработок, вскрывших диоритоиды. Расположение борозд зависит от направления прожилкованности и в общем случае имеет ССЗ направление.

Как показывают первые опытные работы золотоспектрометрической съемки, проводимые геофизической партией Красноярского геологического управления в 1960 г. в районе Коммунара и давшие

положительные результаты, особенно на участках золотосодержащих скарново-магнетитовых линз, следует ее широко применять. Эта съемка удачно дополняет шлиховую и значительно повышает эффективность поисково-разведочных работ [7, 8].

Учитывая то обстоятельство, что золотые месторождения Коммунара, хотя бы в значительных количествах содержат ассоциации сульфидов тяжелых металлов, можно рекомендовать постановку гидрогеохимического метода поисков, довольно успешно примененного в ряде районов [12]. Гидрогеохимическое опробование должно включать следующий комплекс компонентов, сопутствующих золотому оруденению: As, Sb, Ag, Cu, Bi, Te, Mo, Pb. Несомненные результаты этот метод должен показать на участках развития крупных тектонических зон, где наблюдаются выходы грунтовых вод на поверхность.

Оценочные работы на площадях обнаруженных рудопроявлений являются вторым этапом и включают как поверхностные горные работы, так и бурение мелких наклонных и горизонтальных скважин малогабаритными станками. При проведении поверхностных разведочных работ большое внимание должно уделяться изучению трещинных структур, характеру жильного выполнения трещинных полостей, распределению полезного компонента и т. п. Основным методом оценки является бороздое опробование обнажений, канав и шурфов. Расположение поверхностных выработок и бороздовых проб в них и обнажениях учитывает комплекс геолого-структурных условий локализации оруденения и особенно направление кварцевой прожилковатости на каждом рудопоявлении в отдельности. Однако, как показывает опыт работ в районе, наиболее рациональное расположение поверхностных выработок по линиям в ЮЮВ направлении, примерно вкрест простирания господствующих структур, расположение которых по получению первых данных уточняется. Расстояние между линиями не должно превышать 20-40 м и зависит от масштаба оруденения и наименьших размеров рудных тел. Расположение же бороздовых проб в выработках и обнажениях в общем случае ССЗ, примерно вкрест простирания господствующей кварцеворудной прожилкованности. При оценке рудопоявлений в поверхности следует предпочитать канавы шурфам. Однако на первом этапе работ следует проходить линии шурфов (через 10-20 м), которые при необходимости соединяются в магистральные канавы. При оценке рудопоявлений на глубину рекомендуется проходка серий горизонтальных и наклонных скважин станками мелкоалмазного бурения, что особенно благоприятно на участках крутых склонов, покрытых нередко толстым (до 3-5 м) слоем курумов. Для установки станков проходятся небольшие штольни (заходки) длиной до 5-7 м на полную мощность делювиальных отложений. Во многих участках рудного поля (восточный склон Сактычульского, Подзвездного и Подоблачного гольцов), благодаря наличию значительных площадей курумов, этот метод является единственно приемлемым для поисков и оценки рудных участков. Из одной «заходки» бурится веер скважин. Первый горизонт скважин в 20 м ниже уровня поверхности. Если учесть, что керн скважин является таким же представительным, как и опробовательская борозда сечением 3×5 см, при условии, что весь керновый материал поступает в пробы и выход керна не ниже 70%, то полученные от бурения данные будут вполне достаточными для окончательной оценки выявленных рудопоявлений. Тем более, что данные опробования штокверковых руд из керна короткометражных скважин и горных выработок имеют достаточно хорошую сходимость в результатах анализов. Таким образом, при проведении поисково-оценочных работ в районах с резко расчлененным рельефом немаловажное значение приобретают и геоморфоло-

гические факторы, такие, как крутизна склона и степень их закурумленности, причем последнее иногда делает невозможным проведение шурфовых и канавных работ, вследствие сползания курумов. В этом случае применение мелкоалмазного бурения малогабаритными станками является наиболее рациональным.

Исходя из условий локализации, морфологических особенностей штокверковых руд и опыта разведочных работ на месторождениях Коммунара, рекомендуется проведение широкого фронта буровых работ. В первую очередь буровые скважины должны закладываться по линиям вдоль продуктивных субпластовых диоритовых массивов с целью обнаружения слепых рудных тел и глубинной оценки известных месторождений. С этой точки зрения буровые работы следует проводить на известных жильных месторождениях, залегающих в приконтактных частях диоритоидных тел и ныне отработанных или имеющих непромышленные запасы, с целью обнаружения возможных сопровождающих их штокверков. При этом основное направление поисково-разведочных работ определяется крупными рудоконтролирующими разрывами близмеридионального направления. Необходимо оценивать все участки диоритоидных тел, в той или иной мере пространственно связанных с этими нарушениями. Линии буровых скважин в этом случае располагаются вдоль контролирующих разрывов на площадях развития массивных и хрупких пород типа диоритов, диабазов и порфиритов, расстояние между скважинами на первом этапе работ не менее 200 м. Такое направление резко сократит объемы буровых работ и даст наиболее ощутимые результаты при поисках слепых рудных тел. Глубина буровых скважин в среднем составляет 200 м и зависит от глубины залегания продуктивных горизонтов — диоритоидов, а также от верхней границы северо-восточного контакта гранодиоритового плутона.

Для выяснения и прослеживания крупных разрывов следует применять комплекс геофизических исследований и в первую очередь эманационную съемку, которая показала положительные результаты при опытном прослеживании крупных зон разрывов.

Кроме чисто поисково-разведочных скважин необходимо проходить отдельные структурно-поисковые скважины глубиной 400—500 м вдоль восточной границы рудного поля. Их проведение диктуется выяснением общей геологической структуры рудного поля и уточнением положения нижней границы продуктивной вулканогенно-осадочной толщи, составляющей верхний структурный этаж рудного поля.

Итак, поисковые работы в районах распространения штокверкового оруденения включают комплекс геолого-структурных исследований, свалометрию, шлиховое опробование в сочетании с золото-спектрохимическими и гидрогеохимическими методами. Оценочные работы обнаруженных рудопоявлений и слепых рудных тел предполагают поверхностное опробование и бурение серий короткометражных горизонтальных и наклонных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Я. Булытников. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы. Тр. Томск. Госунив., т. 102, изд. ТГУ, 1948.
2. Д. И. Калинин. Подлунный голец — база Большого Коммунара. Сб. тр. Золоторазведки, вып. 2., 1936.
3. Б. М. Косов и Н. М. Остроменецкий. Олово. Оценка месторождений при поисках и разведках, вып. 2, Госгеолтехиздат, 1949.
4. С. А. Музылев и др. Методическое руководство по геологической съемке и поискам. Тр. ВСЕГЕИ, Госгеолтехиздат, 1954.

5. Н. В. Петровская. Значение продуктивных минеральных ассоциаций для поисков и разведки золоторудных месторождений. Разв. и охрана недр, № 2, 1955.
 6. В. А. Обручев. Отчет о геологической экспертизе Богомдарованного рудника Иваницких в Ачинском горном округе. Избр. труды, т. 2. АН СССР, 1963.
 7. Н. И. Сафронов и др. Спектрозолотометрическая съемка как метод поисков золоторудных месторождений, не сопровождаемых ореолами (россыпями). Изд. ВИТР, сер. обмен опытом, вып. 1, 1957.
 8. Н. И. Сафронов и др. Опыт-методические работы по золотометрической съемке в Восточном Забайкалье. Сов. геол. № 7, 1958.
 9. А. П. Сигов. Шлиховые изыскания. Тр. Уральск. НИИ, геол. разв. и исслед. минер. сырья, вып. 4, 1939.
 10. В. И. Смирнов. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд. МГУ, 1957.
 11. А. П. Соловов. Временная инструкция по металлометрической съемке. 1951.
 12. П. А. Удодов, И. П. Онуфриенок. Опыт гидрохимических исследований на территории горных массивов Западной Сибири. В кн. «Геохимические поиски рудных месторождений в СССР». Тр. Первого Всесоюз. совещ. по геохим. методам поисков рудных месторождений, Госгеолтехиздат, 1957.
 13. Н. А. Фогельман, А. Е. Шабаловский. Условия локализации штокверковых месторождений в пределах Коммунарковского рудного поля, на восточном склоне Кузнецкого Алатау. Тр. НИГРИЗолота, № 21, 1956.
 14. Я. С. Эдельштейн. Предварительный отчет о геологических исследованиях, произведенных в Ачинском золотоносном округе, 1907. Геол. исслед. в золот. обл. Сибири, вып. VII, СПб, 1909.
-

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строчка	Напечатано	Следует читать
54.	3, снизу	{101}	{\bar{1}01}
130	6, сверху	в значительных	в незначительных
142	16, сверху	юре 5.	юре [5].
153	27, сверху формула	$\Phi_z = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(z-z)^2}{2\sigma^2}}$	$\Phi_z = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2\sigma^2}}$
155	25, сверху	$\sigma > 0$	$\sigma > \Delta$
155	27, сверху	$z + 3\sigma > z + 3\Delta$	$z + 3\sigma > \bar{z} + 3\Delta$
156	21, сверху	$z + 3\Delta$	$\bar{z} + 3\Delta$
		$z_1 = \sum_1^n \frac{z_n}{n_1}$	$\bar{z}_1 = \frac{\sum_1^n z_n}{n_1}$
159	19, снизу формулы	$\sigma_1 = \sqrt{\sum_1^n \frac{(z_n - z)^2}{n_1 - 1}}$	$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_1^n (z_n - \bar{z})^2}{n_1 - 1}}$