

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

В. Л. ФИШЕР (ЧГУ)

Методы, применяемые для выявления золоторудных месторождений в условиях северо-восточного Забайкалья, обусловлены геологическими и металлогеническими особенностями района.

Северо-восточное Забайкалье расположено непосредственно к северу от Монголо-Охотского пояса и является юго-западной частью Алдано-Витимского щита [1].

Древнейшими образованиями района являются архейские гнейсы и кристаллические сланцы, сопоставляемые с алданским комплексом. Они метаморфизованы в условиях гранулитовой фации. Характерно северо-западное направление складчатых структур.

Нижнепротерозойские образования, сопоставляемые со становым комплексом, имеют меньшее распространение. Они также представлены разнообразными по составу гнейсами и кристаллическими сланцами, метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации. Характерен северо-восточный структурный план складчатых структур.

Наиболее широким развитием в районе пользуются многофазные батолитового типа интрузии, достигающие по площади трех тысяч квадратных километров. Породы более древних фаз характеризуются более основным составом. Данные интрузии датируются докембрийским и палеозойским возрастом.

Относительно широким распространением пользуются гипабиссальные интрузии нижнемезозойского возраста, приуроченные к системам разноориентированных нарушений, чем и обусловлены их трещинный характер. Нижнемезозойские интрузии имеют трехфазное строение. Площадь массивов редко превышает 500 км².

С металлогенической точки зрения наиболее интересен комплекс верхнеюрских образований, включающий покровы эффузивов, субвулканы и малые интрузии. Последние образуют линейно вытянутые зоны, прослеживающиеся на десятки и сотни километров в северо-восточном и субширотном направлении.

Ограниченное распространение, в основном в пределах грабенообразных депрессий, имеют вулканогенно-осадочные образования нижнемелового возраста.

Четвертичные отложения развиты повсеместно, но характеризуются незначительной мощностью (до 15 м). Широкое развитие имеют системы разноориентированных разрывных нарушений. Наиболее древними являются системы нарушений северо-восточного и северо-западного прости-

рания, контролировавшие ориентировку батолитового типа интрузий и направление складчатости докембрийских образований.

Позднее, вероятно в палеозойское время, возникли нарушения субширотного и субмеридионального простираия. Указанные системы нарушений впоследствии неоднократно подновлялись, вследствие чего район представляет чередующиеся горсты и грабены, ориентированные в северо-восточном направлении.

Магматические образования верхнеюрского возраста, с которыми не только пространственно, но, вероятно, и парагенетически ассоциируют основные полезные ископаемые района — молибден и золото, приурочены к системам нарушений субширотного и северо-восточного простираия.

Важной особенностью района является широкое распространение россыпей золота. Достаточно отметить, что эксплуатация россыпных месторождений продолжается непрерывно свыше ста лет. За последние годы ряд ранее известных россыпей переоценен для механической обработки. Выявлены также и новые россыпи.

Основное развитие имеют аллювиальные долинныя россыпи, представляющие основной промышленный интерес. Меньшее распространение и практическое значение имеют террасовые аллювиальные и делювиальные россыпи. Аллювиальные долинныя россыпи датируются средне- и верхнечетвертичным возрастом.

Для целенаправленного проведения поисковых работ на рудное золото важное значение имеют следующие вопросы: структурная позиция россыпей, их строение, характер золота, наличие самородков, сростков золота с кварцем и сульфидами и т. п.

Важность решения этих вопросов обусловлена тем, что между количеством известных россыпей и рудных месторождений наблюдается явная диспропорция. Рудных месторождений выявлено гораздо меньше.

Анализ расположения россыпей указывает на то, что их верховья приурочены к поясам субвулканических и гипабиссальных интрузий верхнеюрского возраста. Последние контролируются системами нарушений и зонами повышенной трещиноватости субширотного простираия, прослеживающимися на десятки, реже сотни километров при ширине 5—15 км.

Субвулканы и гипабиссальные интрузии образуют вытянутые дайкообразные сближенные тела, в общем ориентированные в субширотном направлении. Дайки прослеживаются на сотни метров, реже первые километры. Интрузии редко превышают несколько километров в поперечнике. В участках пересечения разноориентированных систем нарушений наблюдаются поля сгущений субвулканов и гипабиссальных интрузий. Протяженность россыпей варьирует в довольно широких пределах: от 5 до 40 км. В виде исключения протяженность их достигает 90 км. Основной особенностью россыпей являются мелкие размеры золота. Достаточно указать, что класс—0,25 мм составляет порядка 25% от всего состава золота, а класс —0,25—0,5 мм — около 30%. Пробность варьирует от 700 до 920. Самородки не характерны. Наблюдаются сростки золота с кварцем и с сульфидами, в частности с висмутином. В верховьях россыпей часто устанавливаются в шлихах висмутовые минералы или антимонит.

По протяженности, характеру золота и другим признакам довольно четко выделяются среди россыпей два типа. Первый характеризуется закономерным изменением характера золота по протяжению долины. В верховьях таких россыпей процентный состав класса золота 0,25—0,5 мм несколько увеличивается и достигает 35%, а ниже по долине повышается роль класса—0,25 мм. Аналогичным образом увеличивается окатанность золота, а также его пробность. Протяженность таких россыпей редко

превышает 10 км. Вероятнее всего, что они образованы за счет одного или ряда источников, расположенных в районе их верховьев.

Более широко распространены россыпи сложного строения, в которых устанавливается незакономерное изменение формы зерен золота, его размеров, пробности и т. п. Характеризуясь большей протяженностью, такие россыпи и являются основными объектами для эксплуатации. Очевидно, что в питании таких россыпей принимает участие ряд пространственно разобщенных и, что очень важно, качественно различных источников.

Основным источником металла для россыпей района являются золоторудные месторождения, которые будут охарактеризованы несколько ниже.

В питании россыпей принимает участие также золото, связанное с цементом конгломератов нижнемелового возраста, зон пиритизации и золотоносных террас.

Рудная минерализация датируется верхнеюрским возрастом. Но к началу нижнемелового осадконакопления некоторые месторождения подвергались интенсивным эрозионным процессам. Освобождающееся золото откладывалось в цементе будущих конгломератов. При размыве золотоносных толщ в четвертичное время золото из цемента поступало в долинные аллювиальные россыпи. Количественная роль золота из цемента конгломератов в общем балансе золота россыпей незначительна. Но для отдельных россыпей, берущих начало из полей развития золотоносных конгломератов, роль данного источника вполне ощутима. Следующим источником золота являются зоны пиритизации. Пробирным анализом пиритизированных пород и анализом мономинеральных фракций пирита установлено, что в отдельных случаях пирит является золотоносным. В основном золотоносны мелкие фракции пирита, размеры которого не превышают долей мм. Поэтому золото, связанное с пиритом, является микроскопическим или субмикроскопическим по размеру и в основном оно выносится за пределы золотоносных долин. Но в протяженных россыпях (длина которых составляет несколько десятков километров) золото, связанное с пиритом, откладывается в их приустьевых частях, увеличивая протяженность россыпей.

Несколько большее значение в питании долинных россыпей имеют золотоносные террасы. Последние сохранились в низовьях золотоносных долин. Установлено, что при сохранении террасовых в долинных россыпях появляются перерывы, сужения и т. п. И наоборот, при их размыве долинные россыпи обогащены. В отличие от рудного золота террасовое более окатанное, высокопробное, наблюдается золото в «рубашке».

Таким образом, при проведении поисковых работ на рудное золото в северо-восточном Забайкалье большое значение имеет структурная позиция россыпей, их приуроченность к поясам субвулканов и мелких интрузий, характер золота, типы источников и т. п.

Одной из серьезных причин того, что поисковые работы в прошлом редко приводили к положительным результатам, является мелкий характер золота. Тот факт, что 25% золота в россыпях района соответствует размеру — 0,25 мм, свидетельствует о низкой эффективности шлихового метода поисков. Следует еще учесть, что в россыпях сконцентрировано относительно наиболее крупное золото. Поэтому в рудных месторождениях роль класса — 0,25 мм будет гораздо большей и, вероятно, превысит 50%.

В этих условиях эффективным в районе оказывается применение литологогеохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния золота и его элементов-спутников.

В процессе проведения геологосъемочных и поисковых работ масштаба 1:50000 литологогеохимические поиски проводятся по общепринятой

методике, изложенной в соответствующих инструкциях. По результатам полуколичественного спектрального анализа выделяются вторичные ореолы рассеяния элементов-спутников золота.

Для золоторудных месторождений различных типов характерны следующие сочетания основных элементов-спутников золота: 1) сурьма, мышьяк, медь, серебро; 2) висмут, мышьяк, медь, серебро; 3) висмут, медь, серебро и т. п. К второстепенным спутникам золота относятся свинец, цинк, молибден и вольфрам.

Одновременно проводится полуколичественный спектральный анализ литогеохимических проб на золото. С целью выявления вторичных ореолов рассеяния золота применяется электролизный метод анализа, являющийся некоторой модификацией абсорбционного метода [2]. Отметим преимущества электролизного метода:

1. Относительно высокая чувствительность для производственных целей — 0,01 г/т.

2. Высокая производительность — 200 проб в смену — для бригады из 3 человек.

Для анализа на золото не требуется отбора дополнительной пробы. Из обычной пробы отбирается 20 г материала. Отметим, что в процессе проведения поисковых работ масштаба 1 : 50000 на 100 км² территории вполне достаточно проанализировать на золото 1000 проб.

При проведении работ в масштабе 1 : 50000 редко удается выявить отдельные рудные тела или месторождения. Обычно оконтуриваются рудные поля или ряд рудных полей.

По данным геологосъемочных и поисковых работ масштаба 1 : 50000 намечаются участки для постановки поисков в масштабе 1 : 10000.

При этом учитывается геологическое строение участка, его структурное положение, особенности россыпи и характер золота, размеры и интенсивность вторичных ореолов рассеяния золота и его спутников.

Поисковые работы масштаба 1 : 10000 проводятся по предварительной топографически проложенным профилям. Комплекс работ охватывает проведение поисковых маршрутов масштаба 1 : 10000 с отбором штучных проб, отбор литогеохимических проб, анализируемых на золото и узкий комплекс элементов-спутников, а также геофизических исследований методами магнито- и электроразведки.

Указанный комплекс методов позволяет составить предварительную геологическую карту участка в масштабе 1 : 10000, а также карты вторичных ореолов рассеяния золота и его спутников.

Отметим существенные отличия вторичных ореолов рассеяния элементов-спутников и золота:

1. Элементы-спутники обычно образуют четко выраженные ореолы. При прочих равных условиях ореолы являются компактными. Наоборот, ореолы золота менее четки. Эпицентры ореолов нередко не совпадают пространственно с рудными телами. Над одним рудным телом устанавливается ряд локальных ореолов, не увязывающихся пространственно и т. д.

2. В эпицентре содержание элементов-спутников в десятки раз больше по сравнению с минимальными содержаниями в ореолах. В ореолах золота эти соотношения гораздо больше и достигают многих сотен раз.

Результаты поисковых работ масштаба 1 : 10000 служат основанием для предварительной оценки перспектив отдельных месторождений в пределах рудных полей.

Шлиховое опробование, как указывалось выше, является малоэффективным. Поэтому оно используется при проведении поисковых работ масштабов 1 : 50000 и 1 : 10000 как прикладной метод для решения более узких и конкретных задач: установление размеров отдельных зерен золо-

та, его окатанности, пробности и т. п., что позволяет увереннее судить о характере источника и его перспективах.

Пользуясь вышеуказанной методикой, в последние годы в северо-восточном Забайкалье выявлен ряд золоторудных месторождений. Характерно их пространственное положение в пределах поясов субвулканов и гипабиссальных интрузий верхнеюрского возраста, приуроченных к зонам повышенной трещиноватости широтного простирания. С этих участков берут начало и россыпи района, что свидетельствует о непосредственной связи между золоторудными месторождениями и долинными россыпями.

Рудные поля, месторождения и отдельные рудные тела приурочены к участкам сопряжения систем широтных нарушений с дизъюнктивными структурами иных направлений. В таких участках наблюдается сгущение тел субвулканов и гипабиссальных интрузий.

Среди золоторудных месторождений выделяются следующие типы:

1. Кварцевые жилы и жильные зоны.
2. Штокверковые зоны в калишпатовых метасоматитах.
3. Скарновые месторождения.

1. Кварцевые жилы и жильные зоны характеризуются протяженностью в сотни метров, реже их длина составляет 2,0 км. Мощность жил варьирует в широких пределах и в среднем составляет 1,0 м. Для жил чаще характерны четкие и ровные контакты. Для жильных зон типичны неровные, пятнистые контакты. Мощность жильных зон непостоянная и достигает 10 м. Количество сульфидов редко превышает первые проценты. В отдельных рудных телах и месторождениях устанавливаются следующие сочетания сульфидов: 1. антимонит, арсенопирит, пирит, халькопирит; 2. арсенопирит, пирит, халькопирит; 3. висмутин, халькопирит, пирит; 4. пирит, халькопирит.

2. Кварц-пиритовые штокверки в метасоматитах, вероятно, являются одним из наиболее перспективных типов оруденения. Зоны калишпатовых метасоматитов развиваются по разрывным нарушениям. По простиранию они прослеживаются на сотни метров. Мощность их достигает первые десятки метров. На метасоматиты наложены кварц-пиритовые прожилки, мощность которых редко превышает первые сантиметры.

3. И, наконец, скарновые месторождения. Скарны образуются как по карбонатным, так и силикатным породам. Скарновый тип месторождений является наиболее сложным. Месторождения характеризуются неправильными очертаниями, невыдержанностью рудных тел, до простиранию наблюдаются значительные колебания в содержаниях золота.

Анализ распределения золота в породах, подвергшихся гидротермальному метаморфизму и в пределах рудных тел, позволяет выделить, по крайней мере, три типа золота. Первый связан с пиритом из зон пиритизации, т. е. он связан с гидротермальным метаморфизмом. В пределах рудных тел устанавливаются два типа золота: связанное с сульфидами и наиболее позднее свободное золото. Анализом мономинеральных фракций установлено, что золото связано с арсенопиритом, пиритом и, возможно, висмутином. Такое золото обладает субмикроскопическими и микроскопическими размерами. Свободное золото обладает размером 0,1—0,5 мм. Золоторудные месторождения располагаются среди пород, подвергшихся гидротермальному метаморфизму.

Наиболее широко распространена пиритизация, охватывающая целиком отдельные зоны повышенной трещиноватости. Зоны пиритизации прослеживаются на десятки, реже на сотни километров при мощности 5—15 км и охватывают одновременно ряд рудных полей.

Более локальное развитие имеют окварцевание, турмалинизация, серицитизация и березитизация. Последние картируются в виде протяженных зон с относительной меньшей площадью. К таким зонам приурочены

отдельные месторождения или рудные тела.

Протяженность, мощность рудных тел и количество сульфидов зависят от характера вмещающих пород. При прочих равных условиях метаморфические породы докембрия более склонны к трещинообразованию. Поэтому в таких породах основным способом отложения жильного кварца является метасоматоз. И наоборот, в магматических образованиях трещиноватость относительно менее интенсивна. Процессы метасоматоза имеют меньшее развитие. В связи с этим рудные тела характеризуются меньшей протяженностью и мощностью. У рудных тел чаще наблюдаются прямые ровные контакты.

Для правильного направления поисковых работ на рудное золото важным является зависимость между местоположением месторождений и рельефом.

В литературе приводятся примеры расположения месторождений лишь в пределах контуров современных золотоносных долин. В частности, такие наблюдения проведены по Южно-Енисейскому району Е. Я. Синюгиной [3]. В северо-восточном Забайкалье большинство крупных долин также приурочено к разрывным нарушениям. Однако имеющиеся материалы свидетельствуют об отсутствии зависимости между местоположениями золоторудных месторождений и рельефом. Месторождения располагаются как на водоразделах, их склонах, так и непосредственно в долинах.

Следует учесть, что золоторудные месторождения чаще приурочены не к крупным нарушениям, с которыми совпадают ведущие долины, а к сопряженным мелким разрывным структурам. Поэтому ограничение районов поисковых работ в северо-восточном Забайкалье лишь придолинными участками сказалось бы отрицательно на полученных результатах.

Итак, основные методы, применяемые при поисках золоторудных месторождений в условиях северо-восточного Забайкалья, сводятся к следующему:

1. Выделение субширотных систем нарушений и зон повышенной трещиноватости, контролирующих расположение поясов субвулканов и гипабиссальных интрузий, с которыми парагенетически ассоциируют золоторудные месторождения.

2. Изучение россыпей золота с целью установления их структурной позиции, выделения источников, питающих россыпь, и установления их геоморфологического положения.

3. Применение золотометрического опробования при поисках масштабов 1 : 50000 и 1 : 10000 и электролизного метода анализа проб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирилук В. П. Геология и условия формирования докембрийских комплексов юго-западной окраины Алдано-Витимского щита. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, Львов, 1966.

2. Сафронов И. И., Поликарпочкин В. В., Утгоф А. А. Спектрозолотометрическая съемка как метод поисков золоторудных месторождений, не сопровождаемых механическими ореолами (россыпями). Минист. геологии и охраны недр СССР, Л., 1957.

3. Синюгина Е. Я. К вопросу о связи аллювиальных россыпей с коренными источниками (на примере Южно-Енисейского золотоносного района). В кн.: «Геология россыпей», Изд. «Наука», 1965.