

## МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ШЛИХОВАЯ МЕТОДИКА ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В. Ф. ГУРЕЕВ (ЦНИГРИ)

Для поисков золоторудных месторождений используются в основном два метода — шлиховой и металлометрический.

Применение шлихового метода затруднено в тех случаях, когда в районе распространены месторождения с тонкодисперсным золотом. При выявлении золоторудных месторождений с относительно крупным золотом, улавливаемым в шлихах, часто получают искаженные результаты из-за несовершенной и неодинаковой отмывки шлиха и крайне неравномерного распределения золота, которое попадает в шлих в значительной мере случайно. Кроме того, перенос золота в аллювиальных отложениях на большие расстояния от коренного источника создает подчас трудности при интерпретации данных шлихового метода.

Металлометрической съемкой тонкодисперсное золото, как известно, хорошо улавливается, но она требует большого количества проб и не обеспечивает вместе с тем полного освещения всей площади, являющейся «точечной».

С целью устранения этих недостатков и повышения эффективности поисков золоторудных месторождений автором разработан поисковый метод, включающий в себя элементы как шлиховой съемки, так и спектрозолотометрии. Метод разрабатывался в Кызылкумской золотоносной провинции, в основном на территории, где распространены месторождения типа зон сульфидной вкрапленности с тонкодисперсным золотом, а также апробирован на примере некоторых других золоторудных месторождений и рудопроявлений кварцево-жильного мало-сульфидного типа.

В большинстве типов золоторудных месторождений в том или ином количестве присутствует золотоносный пирит. Содержания золота в пиритах варьируют в широких пределах от первых г/т до сотен г/т. При окислении золотоносного пирита некоторое количество золота выходит из псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту, а часть остается в псевдоморфозах.

Попадая в рыхлые отложения, псевдоморфозы гидроокислов железа по золотоносному пириту могут создавать ореолы рассеяния золота, отчетливо выявляющиеся спектральным анализом этого минерала на золото. Кроме золота в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту определяются и элементы-спутники золота. Сопоставление аномаль-

ных ореолов золота и его элементов-спутников позволяет более точно выявить перспективные площади и предположительно судить об особенностях золотого оруденения.

Как показали наши исследования, повышенные содержания золота и элементов-спутников в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту, попавших в аллювиальные отложения, наблюдаются в пределах первых километров от коренного источника, заметно увеличиваясь при приближении к нему. Небольшая величина ореолов рассеяния окисленных разностей золотоносного пирита зависит, с одной стороны, от относительно слабой механической устойчивости этого минерала при транспортировке и, с другой стороны, от разубоживания аллювия за счет попадания в него материала с безрудных участков, содержащих незолотоносный пирит.

Сущность метода заключается в отборе из шлихов псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту и спектральном анализе их на золото. Помимо золотоносности окисленных пиритов, в них целесообразно определять также полуколичественным спектральным анализом весь комплекс элементов-примесей, что дает дополнительные данные для выявления коренных месторождений золота. Значительный интерес представляют и наблюдения над соотношением морфологических типов пирита, которые обычно достаточно отчетливо устанавливаются в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту. В некоторых случаях появление определенных морфологических типов пирита в шлихах может непосредственно указывать на близость золоторудных месторождений, а в сочетании с анализами окисленных пиритов они дают весьма ценную дополнительную информацию.

Масштаб шливовой съемки по предлагаемой методике выбирается в зависимости от целевого назначения работы, охватываемой площади, расчлененности рельефа и от специфики золотого оруденения. Наилучшие результаты получены при съемке масштаба 1:50000—1:25000. При этом могут быть выявлены площади возможного развития рудных полей и месторождений. Работы в более крупном масштабе—1:10000—1:5000 целесообразно ставить в пределах рудных полей с целью выявления отдельных рудных тел.

Относительно крупный масштаб съемки по предлагаемой методике объясняется тем, что снос окисленных разностей золотоносного пирита является сравнительно небольшим и на удалении от месторождений в шлихах встречается только «фоновый» пирит из различных геологических образований, не содержащих золота.

Шлихи из аллювиальных отложений отбираются так, чтобы наиболее полно с той или иной степенью детальности (в зависимости от масштаба работ) охарактеризовать всю снимаемую площадь. В зависимости от детальности работ шлихи берутся из водотоков различных порядков и через разные интервалы. В случае маршрутных работ шлихи отбираются из отдельных водотоков, прорезающих рудные зоны или перспективные участки на золото, причем для интерпретации результатов шлихи следует отобрать и из заведомо незолотоносных водотоков. Особое внимание следует обращать на небольшие по протяженности (1—2 км и менее) водотоки с небольшими водосборными площадями. При выборе частоты отбора шлихов в первую очередь следует учитывать геологическую ситуацию — на площадях, наиболее благоприятных для нахождения золоторудных зон или тел, шлихи отбираются с большей детальностью.

Для получения сопоставимых результатов шлихи следует отбирать из однотипных рыхлых отложений, лучше всего из русловых.

Для сравнения аномальных содержаний золота в пирите и его разностях, встреченных в аллювиальных отложениях, желательно отобрать некоторое количество шлихов из элювиально-делювиальных отложений над известными рудными телами, а также над зонами гидротермально измененных пород. Такие пробы лучше всего отобрать из отвалов канав, вскрывающих рудные тела.

На основании проведенных работ в пустынных условиях Кызылкумов нами предлагается следующая методика отбора шлихов. С некоторыми изменениями она может быть применена и для других районов.

Объем аллювиальных отложений, из которых отмывается шлик, следует принять 5—10 м, в зависимости от крупности отложений. В случае большого количества золотого песка или крупной галечной фракции объем шлика должен быть увеличен до 20 л. Отобранная проба расситовывается на сите 2,0 мм. Предварительная расситовка значительно облегчает дальнейшую ее обработку.

Фракция +2,0 мм выбрасывается, так как она, как правило, почти не содержит псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту. Кроме того, установлено, что в большинстве золоторудных месторождений относительно более мелкие выделения пирита содержат большие количества золота, по сравнению с крупными. В случае наличия в аллювиальных отложениях большого количества золотого песка несколькими последовательными расситовками фракции —2,0 мм последней отситовывается.

Вес полученной после расситовки фракции —2,0 мм обычно не превышает 1—3 кг. Эта проба отмывается на лотке или в миске до начала сноса псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту, имеющих удельный вес 3,4—3,7 и хорошо отличающихся по темному цвету. В случае преобладания в шлихе неокисленного пирита отмывка производится до начала его сноса. Вес шлика в зависимости от количества псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту колеблется от 10 до 300 г.

Дальнейшая обработка шлика в простейшем случае сводится к выделению электромагнитной фракции на роликовом электромагнитном сепараторе или с помощью магнита Сочнева и спектральному анализу псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту на золото и элементы-примеси. Спектральный анализ на золото производится по обычной методике, применяемой при золотометрической съемке.

Псевдоморфозы гидроокислов железа по пириту из электромагнитной фракции шлика отбираются под бинокуляром из фракции —2,0—+0,5 мм. Навеска для определения золота равна 120 мг. Кроме того, для полного полуколичественного анализа следует отобрать навеску в 70 мг.

Вследствие того, что анализируемый материал в данном случае значительно более однороден, чем при обычной спектроскопической, результаты получаются более четкие.

При отборе из электромагнитной фракции шлика окисленного пирита могут быть получены дополнительные данные, которые используются затем для увеличения надежности и точности выявления золоторудных месторождений.

Так, значительный интерес представляет выяснение соотношений в шлихах содержаний натечных бурых железняков и псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту, а также общее количество окисленного пирита в шлихе. Во всех изучавшихся нами случаях это количество увеличивалось вблизи от золотоносных рудных тел.

Важной характеристикой пирита является также соотношение его морфологических форм. Нами все формы объединены в четыре группы: 1) простые кубы, 2) пентагондодекаэдры, 3) октаэдры, в том числе и

кубооктаэдри, 4) кубы, осложненные различными гранями. Подсчет морфологических форм производится во фракции  $-2,0-+0,5$  мм, для чего отбиралось 100 хорошо ограненных псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту. При этом подсчете количество зерен определенной морфологической разновидности составляет количество процентов.

Было установлено, что увеличение в шлихе количества сложных форм пирита происходит при приближении к коренным месторождениям и сопровождается общим повышением золотоносности псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту.

Шлихи, отбираемые для анализа и изучения окисленного пирита, могут быть использованы и для определения в них свободного золота. Для этого оставшаяся неэлектромагнитная фракция домывается до черного шлиха, и в ней определяется количество знаков или весовое содержание золота. При определении в черном шлихе содержания самородного золота следует обращать внимание, как и при обычном шлиховом методе, и на другие полезные минералы, а также на минералы, которые могут быть спутниками золота.

Наши материалы показали, что почти во всех случаях, когда в шлихах было встречено видимое золото, псевдоморфозы гидроокислов железа по пириту содержали повышенные количества золота и его элементов-спутников. Вместе с тем очень многие шлихи вблизи от известных рудных тел и содержащие золотоносный окисленный пирит были вовсе лишены знаков видимого золота.

Основные данные шлиховой съемки по предлагаемой методике наносятся в виде накладок на геологическую карту. Мы составляли следующие накладки: 1) содержания золота в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту, 2) содержания самородного золота в шлихах, 3) содержания элементов-спутников золота в окисленных пиритах (для изучавшегося района элементами-спутниками золота являются мышьяк, сурьма, висмут и серебро), 4) соотношения псевдоморфоз гидроокислов железа по пириту и натечных гидроокислов железа, 5) соотношения морфологических форм пирита.

Результаты данных спектрального анализа удобно наносить в виде кружочков разного цвета в зависимости от содержания элемента. Далее по площадям сноса оконтуриваются участки с повышенными содержаниями в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту золота и элементов-спутников.

Опытные работы по предлагаемому методу поисков золоторудных месторождений были проведены на одном из золоторудных полей Кызылкумской золоторудной провинции. Рудное поле характеризуется наличием большого количества рудных тел сульфидно-вкрапленного типа с общим умеренным (10—12%) количеством сульфидов, среди них преобладающим является пирит, в меньших количествах, примерно в 2—3 раза, встречается арсенопирит. Золото в месторождении тонкодисперсное и заключено в главных рудных минералах — арсенопирите и пирите. Крайне редко золото встречается в виде мельчайших золотинок, не превышающих 10—20 микрон. В шлихах из аллювиальных отложений знаки самородного золота в большинстве случаев отсутствуют.

При проведении работ по предлагаемой методике почти все известные рудные тела попали в пределы площадей распространения аномальных (от 2 г/т и выше) содержаниями золота в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту в шлихах. Кроме того, все окисленные пириты в ореолах с известными рудными телами содержали повышенные количества мышьяка, а в некоторых случаях и сурьмы. Следует

отметить, что ореолы с аномальными содержаниями элементов-спутников золота несколько шире, чем золота.

Кроме площадей с известными рудными телами по данным съемки было выявлено несколько перспективных участков на золото, где впоследствии были вскрыты новые рудные тела.

В целом площадь рудного поля и по остальным характеристикам (соотношению морфологических форм пирита, соотношению количества натечных и псевдоморфозных гидроокислов железа в шлихах и т. д.) четко отличается от окружающей площади.

В небольшом объеме работы по шлиховому минералого-геохимическому методу поисков были проведены также в районах развития мало- и убого-сульфидных кварцево-золоторудных месторождений. И в этом случае площадь распространения рудных тел четко совпала с контуром аномальных содержаний золота и элементов-спутников в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту из шлихов.

Следует отметить, что данные, полученные по предлагаемой методике, позволяют не только целенаправленно проводить поиски золоторудных месторождений разных типов, но и выяснять некоторые геологические особенности площадей, на которых проводится съемка.

Например, по повышенным содержаниям хрома в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту удалось на одном из рудных полей оконтурить площади распространения ультраосновных пород. Повышенные количества октаэдров и кубookтаэдров пирита в шлихах, как это было проверено на нескольких участках, наблюдаются, главным образом, в приконтактных частях гранитных интрузий, причем иногда даже не вскрытых эрозией.

Таким образом, предлагаемый метод, наряду с решением основных поисковых задач, способствует выявлению ряда геологических и геохимических особенностей золоторудных полей и месторождений даже в условиях плохой обнаженности.