Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XXII, вып. 2, 1977 г.

ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ СТОЛБОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УМЕРЕННЫХ ГЛУБИН ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОЙ ФОРМАЦИИ

С.В.СЕНДЕК

При проведении поисковых и разведочных работ на золоторудных месторождениях вопросом первостепенной важности является выявление участков рудных тел с высокими содержаниями золота – так называемых рудных столбов. По существу геолого-экономическая эффективность разведки и эксплуатации определяется в значительной мере знанием закономерностей размещения рудных столбов и достоверностью прогнозирования на этой основе геолого-промышленных параметров рудного тела по простиранию и падению.

Классификационные критерии рудных столбов золоторудных месторождений рассматривались многими советскими исследователями [I-3, 5, 7, 9, II, I2]. В целом эти критерии связаны с двумя возможностями выявления и оценки рудного столба: а) структурно-морфологической, отражающей развитие структуры рудного поля и положение рудного тела, его морфологические особенности, наличие благоприятных пород, способствующих осаждению высоких концентраций золота из гидротермального раствора; б) минералого-геохимической, позволяющей определить продуктивные минеральные ассоциации, наметить характерные признаки геохимического спектра элементов спутников золота и на этой основе, используя и структурные критерии, определить закономерности размещения рудных столбов.

При всей огромной значимости и пользе исследований в указанных направлениях с сожалением приходится констатировать, что в подавляющем большинстве случаев устанавливаемые критерии распознавания и пространственного размещения рудного столба оказываются сугубо индивидуальными для каждого отдельно взятого месторождения в пределах одного рудного поля. Нередки случаи, когда размещение рудного столба определяется, с одной стороны, главным образом структурно-морфологическими признаками, а с другой – только минералого-геохимическими. Более того, однотипные в структурно-морфологическом отношении участки рудного тела могут содержать только богатые или только бедные руды, а высокие концентрации золота в одном случае коррелируются с количественным содержанием сульфидных минералов, в другом – такой связи не наблюдается. Все это создает определенную неуверенность прогнозирования рудных столбов на месторождениях золото-кварцевой формации.

Представляется, что трудности распознавания рудных столбов чаще всего обусловлены двумя обстоятельствами: I) различной трактовкой понятия „рудный столб"; 2) недоучетом эволюционных особенностей зарождения и развития рудного столба (онтогенез рудного столба) на фоне общего становления месторождения, его пространственно-временных особенностей развития структуры и размещения минеральных парагенезисов (филогенез рудного столба).

Обзор литературных источников, посвященных рудным столбам и в том числе столбам месторождений золото-кварцевой формации, дает основание утверждать, что термин рудный столб – далеко не однозначное по своей сути понятие. Одни исследователи понимают под рудным столбом исключительно высокие концентрации золота в руде, составляющие многие сотни и тысячи граммов на тонну. Для других понятие рудный столб – это все то, что по концентрации золота превышает в несколько раз средние его концентрации в промышленных рудах. В последние годы для золоторудных месторождений стали применять термин морфологический рудный столб, имея в виду участки рудных тел увеличенной мощности, существенно влияющие на распределение запасов золота в рудных телах.

Различное толкование понятия рудный столб применительно концентрационных скоплений золота и отсутствие надежных критериев взаимосвязи и взаимообусловленности формирования концентрационных и морфологических рудных столбов в конечном счете приводят к тому, что нет надежных критериев оценки самого понятия рудный столб, а отсюда и неизбежность субъективной трактовки рудного столба, и невозможность сплошь и рядом использовать его классификационные признаки для однотипных месторождений и даже различных рудных тел одного месторождения.

В самом деле, ведь прежде чем что-то искать, необходимо, как минимум, отчетливо представлять себе как это „что-то" должно выглядеть и какими закономерными объективными связями с другими сопутствующими ему явлениями соотноситься.

Традиционно принято рассматривать скопления богатых золотом руд как результат отложения из гидротермальных растворов продуктивного минерального парагенезиса в подходящих структурных условиях. Иными словами, образование рудного столба связывается с развитием всего месторождения в целом, с неравномерностью распределения продуктивной минеральной ассоциации в какой-то момент, относительно узкий интервал времени формирования месторождения.

Если подобный подход к раскрытию природы рудного столба справедлив, например, для гидротермальных свинцово-цинковых месторождений, то для месторождений золото-кварцевой формации он выглядит излишне упрощенным, не раскрывающим всего многообразия явлений, отмечающихся в рудных телах этих месторождений. В принципе, рассмотрение образования рудного столба только в зависимости от общего хода развития месторождения и, в связи с этим, от особенностей геологического развития данного района вносит неопределенность и даже путаницу закономерных связей и явлений, отвечающих филогенезу и онтогенезу рудного столба.

Изучение условий формирования рудного столба в зависимости от геологических особенностей строения района и общей эволюции становления золото-кварцевого месторождения раскрывает временные закономерные связи явлений, которые свойственны филогенезу рудного столба. Эти закономерности позволяют оценить возможную неравномерность оруденения в целом, которая определяется анизотропностью среды, вмещающей рудные тела (литологический и структурный контроль оруденения), строением рудных тел и приближенным соотношением минеральных ассоциаций, слагающих эти тела. Закономерности филогенеза рудных столбов не могут быть универсальными. Знание этих закономерностей позволяет анализировать неравномерность распределения вещества на своем уровне. Например, эти закономерности не могут дать ответов на вопросы: какие геохимические спектры свойственны разным уровням концентрации золота в рудах, какова форма нахождения и концентрации золота в рудном столбе, какие концентрации золота однотипны и сопоставимы друг с другом и т.д. Поэтому эти закономерности развития рудных столбов не однозначны по трактовке: в одних и тех же структурах могут быть различные по степени концентрации золота руды или для однозначных по концентрации золота руд свойственны различные геохимические спектры.

Для месторождений умеренных глубин золото-кварцевой формации закономерности онтогенеза рудных столбов приобретают особое значение. Советские исследователи неоднократно обращали внимание на то, что в рудах рассматриваемых месторождений широко проявлены признаки перегруппировки, перераспределения рудных минералов и перекристаллизация жильного кварца [4, 6, 8-10]. Подобные явления обязаны широко проявленным процессам интраминерализационных преобразований и метаморфизма.

Представляется, что перегруппировка, перераспределение рудных минералов и золота, сопровождающееся изменением структурно-текстурных свойств кварцевых тел, - это универсальное явление, отражающее онтогенез неоднородности распределения оруденения, онтогенез рудных столбов. Поэтому сформулировать понятие о рудном столбе применительно к рассматриваемым месторождениям можно следующим образом. Под рудным столбом следует понимать высокие концентрации оруденения, которые обусловлены неравномерностью его распределения, создаваемой в ходе эволюционно меняющихся условий и среды минералообразования, в результате чего во времени образуются парагенетические комплексы минералов со свойственными им значениями как средних концентраций полезного компонента, так и величин аномальных отклонений, дисперсий содержаний и значений концентраций золота рудного столба, устанавливаемых в определенном объеме рудного тела. В ходе эволюции оруденения рудные столбы претерпевают качественные и количественные ступени своего развития: изменяются не только концентрация золота и размеры рудного столба, но и особенности закономерных геохимических связей золота, его формы нахождения в минералах и рудах и размеры отдельных выделений - золотин.

В общем случае можно выделить четыре ступени развития рудных столбов.

Первая - начальная определяется формированием ранних сульфидно-кварцевых парагенезисов, в минералах которых золото содержится в дисперсной форме. Степень концентрации золота пропорциональна количеству сульфидов в

руде и обычно не превышает $n \cdot 10^{-5}$ процентов. Содержание золота в рудных столбах превышает средние значения в 3–5 раз. Размеры рудных столбов большие, в общих чертах совпадающие по морфологии с вмещающими их структурами. Устанавливается корреляционная геохимическая связь золота с халькофильными элементами.

Вторая ступень определяется явлениями растворения, перегруппировкой и выносом значительной части ранних сульфидов с высвобождением из них и переотложением золота в процессе интраминерализационных преобразований. Наряду с изменением старых появляются новые парагенезисы минералов. Степень концентрации золота в общем обратно пропорциональна весовому количеству сульфидов в руде и обычно составляет $n \cdot 10^{-4}$ процентов. Золото преимущественно микроскопическое, тонкое, находящееся как в свободном состоянии в кварце, так и в корродированных и дислоцированных зернах ранних сульфидов. В рудных столбах этой ступени концентрация его превышает средние значения в 5–10 раз, а размер самих рудных столбов в целом по объему на порядок меньше рудных столбов первой ступени. Обнаруживается обратная корреляционная геохимическая связь золота с Fe, Cu, Ni, Co, Pb, Zn

Третья ступень формирования рудных столбов отвечает развитию поздних сульфидов и сульфосолей, с которыми связаны значительные внутрирудные преобразования минерального вещества рудных тел. На этой ступени наблюдаются широкие вариации размеров зерен золота и его проба. С сульфидами и сульфосолями связано преимущественно микроскопическое золото, находящееся в срастании главным образом с сульфосолями, в то время как в кварце нередки выделения зерен видимого золота. Устанавливаются две модификации золота – относительно низко- и высокопробное. Средняя золотоносность руд, отвечающих данной ступени развития, составляет $n \cdot 10^{-3}$ процентов, а в рудных столбах концентрация золота может повышаться в 10–15 раз. Размеры рудного столба примерно на порядок уменьшаются против рудного столба второй ступени. Геохимический спектр элементов сходен со спектром рудного столба первой ступени, но отличается присутствием высоких содержаний Ag, Pb, Sb, Hg, Bi.

Четвертая, заключительная ступень концентрации золота в рудных телах составляет, как правило, более $n \cdot 10^{-2}$ процентов и фактически отвечает уровню образования крупных золотин – самородного золота. Рудные столбы этой ступени крайне редки, по размерам они соответствуют небольшим гнездам. Корреляционная связь с сульфидами отсутствует, да и присутствие последних не характерно. Эти гнезда встречаются в местах наиболее интенсивно проявленных процессов позднего выщелачивания кварца с образованием своеобразных друзовидных текстур. Геохимический спектр этого уровня не изучен, но, по имеющимся данным, он, вероятно, мало чем будет отличаться от спектра элементов, свойственных рудным столбам второй ступени концентрации золота.

Развитие разных уровней концентрации золота в рудах месторождений умеренных глубин золото-кварцевой формации с присущими каждому уровню своими характерными особенностями в принципе отражает общий ход рудообразования, особенности его онтогенеза. Каждая ступень концентрации золота –

это последовательные и взаимозависимые процессы, в которых широкое развитие начальных ступеней предопределяет полноту развития рудных столбов заключительных ступеней.

Филогеническая специфика каждого месторождения может определять изменения в особенностях эволюционного развития оруденения. Очевидно, это особенно будет заметно на третьем и четвертом уровнях концентрации золота в рудных столбах месторождений. Но какие бы коррективы не вносились, общая наблюдаемая закономерность развития рудного столба остается неизменной: во времени наблюдается определенная повторяемость, периодичность развития оруденения, но каждый раз на более высоком концентрационном уровне золота в рудном столбе, с одновременным сокращением объема (размеров) рудного столба, формирующегося на данной ступени по сравнению со столбами предыдущих ступеней, и изменением формы нахождения золота в рудах.

Литература

Альбов М.Н. Закономерности размещения золотого оруденения в жильных месторождениях. - В кн.: Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск, „Наука", 1972.

2. Бородаевский Н.И. Материалы по методике изучения структур и геологической перспективной оценке месторождений золота. - Тр. ЦНИГРИ, 1960, вып. 35.

3. Крейтер В.М. Структуры рудных полей и месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1956.

4. Моисеенко В.Г. Метаморфизм золота месторождений Приамурья. Хабаровское книжн. изд-во, 1965.

5. Моисеенко В.Г., Фатьянов И.И. Рудные столбы в некоторых месторождениях золота Приамурья. - В кн.: Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск, „Наука", 1972.

6. Петровская Н.В. Некоторые особенности внутрирудного метаморфизма золото-кварцевых образований на примере месторождений Енисейского кряжа. - Тр. ЦНИГРИзолота, 1956, вып. 27.

7. Петровская Н.В. О некоторых закономерностях размещения рудных столбов и минералогических критериях поисков скрытых участков богатых руд (на примере некоторых золоторудных районов). В кн.: Вопросы изучения и методики поисков скрытого оруденения. М., Госгеолтехиздат, 1963.

8. Петровская Н.В. Переотложение золота и кварца в ходе процессов формирования золоторудных месторождений. - Д-ды II межвузовск. конф. по изучению месторождений золота Сибири. Изд. Томск. политехн. ин-та, 1968.

9. Петровская Н.В. Самородное золото М., „Наука", 1973.

10. Сендек С.В., Черник Л.Н. О признаках золотоносности кварцев в связи с их интраминерализационными преобразованиями (на примере Нежданинского месторождения). - Зап. ЛГИ, 1973, т. 65, вып. 2.

11. Тимофеевский Д.А. О структурно-морфологических типах рудных столбов в золоторудных месторождениях и соотношения их с зональностью. - В кн.: Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск, „Наука", 1972.

12. Шахов Ф.Н. Геология жильных месторождений. М., „Наука", 1964.