

## К ИЗУЧЕНИЮ ЗОНАЛЬНОСТИ КВАРЦЕВО-ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ САРАЛИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В. Г. ПРОХОРОВ, А. Е. МИРОШНИКОВ (СНИИГГИМС)

Кварцевые жилы, несущие золотое оруденение в пределах Саралинского рудного поля, по структурно-геологическим особенностям относятся к выполняющим сколовые (радиальные и концентрические) трещины и субширотные структуры отслоения. Наибольший промышленный интерес представляют жилы, выполняющие трещины отслоения; такими являются жилы месторождения Встречного, Каскадного и Андреевского. Кварцевые жилы названных месторождений состоят из отдельных линз, оканчивающихся по падению и простираию тонкими проводниками, ветвящимися и выклинивающимися в рассланцованных вмещающих породах.

Характерной особенностью сопряжения отдельных линз является их налегание друг на друга. Каждая новая линза, по мере углубления и продвижения с запада на восток, берет начало в висячем боку выклинивающейся линзы. Закономерное расположение линз относительно друг друга и сходное внутреннее строение дают основание сделать предположение, что их образование было связано сходным геохимическим процессам, периодически повторявшимся на месторождениях. Подтверждение этому предположению мы находим в особенностях распределения элементов-примесей в кварце и пирите отдельных линз, слагающих Каскадное месторождение и другие жилы рудного поля, а также в величинах температур отложения рудных минералов.

Определение содержаний элементов-примесей в мономинеральном кварце и пирите проводилось методом эмиссионного спектрального анализа. Для кварца была принята методика полуколичественного анализа с относительной ошибкой определения  $\pm 50-100\%$ , для пирита — методика количественного анализа с относительной ошибкой  $\pm 50-20\%$ . Установление особенностей распределения элементов по отдельным горизонтам, линзам и месторождениям проводилось путем построения гистограмм, на основании которых определялась дисперсия концентраций, закон распределения, модальное и среднелогарифмическое содержание. Построение гистограмм осуществлялось в логарифмическом масштабе по методике, описанной и обоснованной ранее (Прохоров, Мирошников, 1968).

Учитывая большую протяженность линз в направлении падения, пробы группировались по отдельным горизонтам, для каждого гори-

зонта вычислялось среднее содержание. Такая группировка позволила осветить особенности вертикальной зональности распределения элементов по отдельным линзам и по месторождению в целом.

Результаты изучения распределения некоторых элементов в кварце различных линз Каскадного месторождения показаны на рис. 1. Для компактности и большей наглядности наибольшие средние погоризонтные содержания всех элементов на графиках обозначены отрезками равной максимальной длины, меньшие содержания показаны в долях этой величины. Как видно из графиков, для линз, вскрытых по падению и простираию на всем протяжении (I, X), наибольшее обогащение кварца свинцом, серебром, медью и цинком отмечается для верхней и средней части. Эта особенность сохраняется и для вскрытых лишь частично V и XI линз и может быть использована при оценке вероятной протяженности на глубину не вскрытых частей линз. Как показывает микроскопическое изучение кварца, основная часть элементов-примесей в нем связана с наличием микровключений пирита, сфалерита, галенита, арсенопирита, халькопирита. Полиметаллическая минерализация на месторождении носила наложенный характер. Минералы этой стадии отлагались в уже сформированных кварцевых линзах, в которых из сульфидов был развит только ранний пирит.

В каждой линзе по вертикали выделяются участки максимального обогащения кварца элементами-примесями. Ниже этого участка отложение элементов, по-видимому, шло слабо вследствие еще не нарушенной несущей способности гидротерм, выше же отлагались те незначительные количества элемента, которые оставались в растворах, прошедших через зону активного осаждения. Для различных элементов участки максимального обогащения располагаются на несколько различных уровнях. Наиболее близко к верхней границе выклинивания линз расположены участки обогащения свинцом, несколько ниже располагаются зоны максимального обогащения серебром, еще ниже — цинком. По классификации В. И. Смирнова (1965), зональность такого рода относится к зональности отложения и обусловлена различной подвижностью элементов, мигрировавших и выпадавших одновременно.

Общность характера зонального отложения свинца, серебра, цинка в линзах, лежащих на различном гипсометрическом уровне, указывает на одинаковую природу изменения несущей способности гидротерм полиметаллической стадии при прохождении их по кварцевым линзам. Вместе с тем близкие содержания этих элементов в различных линзах дают основание полагать, что наложенное оруденение в каждой линзе возникало в результате проникновения в нее «свежей», «самостоятельной» порции гидротермальных растворов с близким или тождественным исходным составом, а каждую отдельную линзу, входящую в состав сложной Каскадной жилы, позволяют рассматривать как отдельное месторождение со сходной историей формирования.

Иначе распределен в кварце месторождения марганец, содержание которого возрастает с глубиной по каждой линзе в отдельности и в целом по месторождению. Лишь в единичных случаях, например в линзе № 1, марганцем обогащена верхняя часть. Это определяется нахождением этой части линзы в зоне окисления, где происходит накопление гидроокислов железа и марганца в виде пленок и налетов, от которых невозможно очистить кварц при выделении мономинеральной фракции. Рост содержания марганца в кварце с глубиной соответствует случаю совместного отложения примеси и минерала-хозяина. Как известно, вхождение примесей в решетку минерала-хозяина при совместном отложении происходит более свободно и полно при боль-

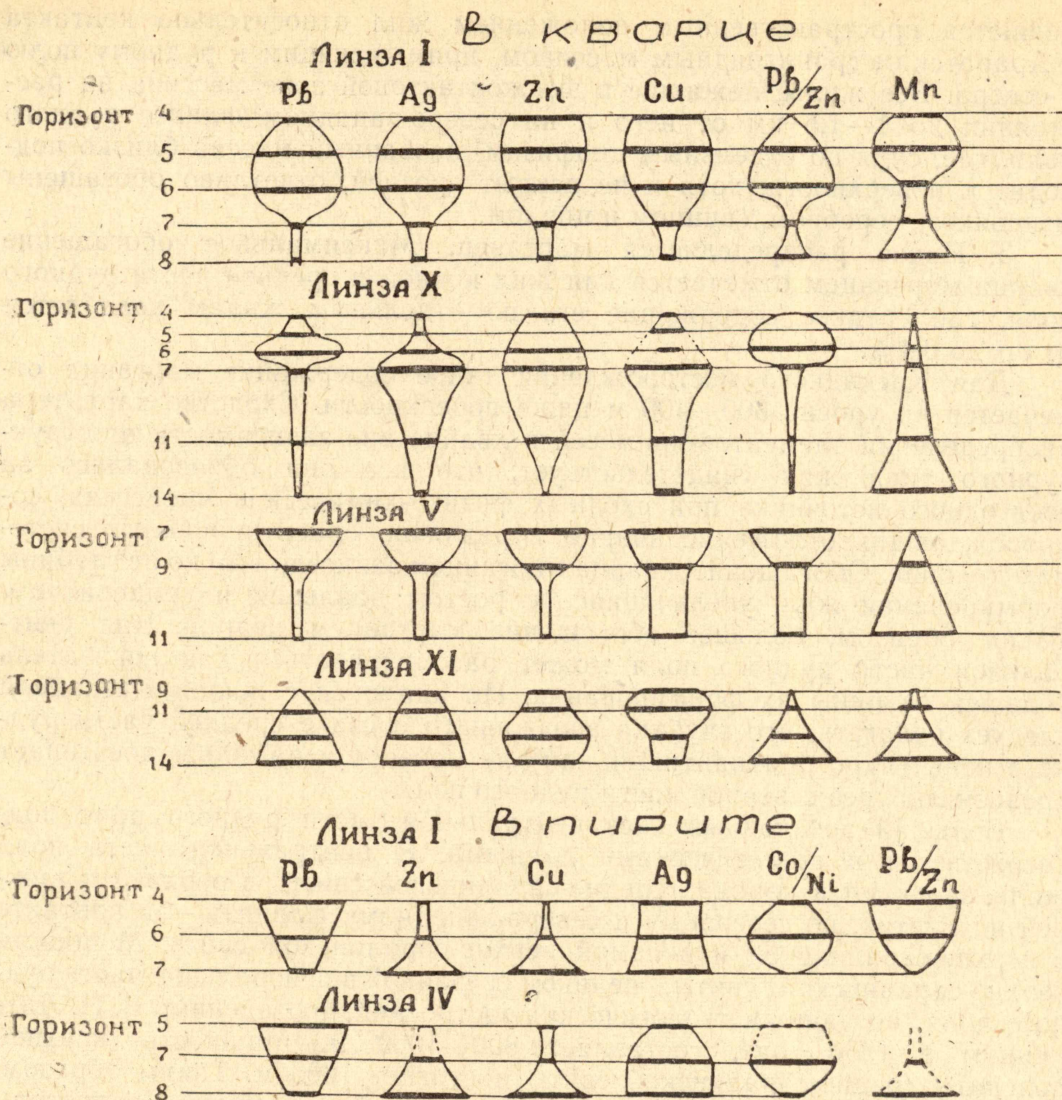


Рис. 1. Изменение содержания элементов-примесей по минералам отдельных линз Каскадного месторождения

ших температурах и давлениях, что, в общем, соответствует большим глубинам формирования жилы.

По линзе XI на протяжении 300 м по падению содержание марганца возрастает с 0,002 до 0,3%. На протяжении 280 м по падению линзы V содержание марганца в кварце растет от 0,015 до 0,19%. В целом по месторождению содержание марганца в кварце от 4 до 14 горизонта (примерно 700 м по падению и 400 м по вертикали) возрастает от 0,016 до 0,214%, т. е. в 13 раз.

Распределение элементов-примесей в кварце других жил рудного поля характеризуется следующими особенностями.

1. Колебание средних содержаний элементов-примесей в кварце различных жил составляет 1—2 порядка, наиболее контрастно обогащение мышьяком, свинцом, медью, марганцем.

2. Самые высокие концентрации элементов полиметаллической стадии оруденения — свинца, цинка, серебра, мышьяка — отмечаются для кварца из жил отслоения. Различия в степени обогащения кварца радиальных и концентрических жил незначительны и в основном опре-

деляются пространственным положением жил относительно контакта с Араратским гранитоидным массивом, примыкающим к рудному полю с севера. Все жилы, лежащие в экзоконтактной зоне массива на расстоянии до 1—1,5 км от него и на северо-западном фланге рудного поля, где, судя по отдельным апофизам, названный массив близко подходит к поверхности, хотя и не вскрыт эрозией, отчетливо обогащены мышьяком, серебром, свинцом и цинком.

3. Иначе распределяется марганец. Максимальное обогащение кварца марганцем отмечается для жил южной и средней части рудного поля, где среднее содержание его по отдельным жилам колеблется от 0,1 до 0,4%.

Для Каскадного месторождения такое содержание марганца отмечается на уровне 300—400 м ниже поверхности. Сходство характера распределения элементов-примесей в кварце вне зависимости от структурного типа жил свидетельствует, что все они образовались за счет одного источника при сходных физико-химических процессах, сопровождавших отложение кварца в различно ориентированных системах трещин. Обогащение кварца марганцем зависело только от глубины формирования жил, увеличиваясь с ростом давления и температуры. Таким образом, большее обогащение марганцем кварца жил центральной части рудного поля может рассматриваться как показатель большей глубины их формирования. По аналогии с жилой Каскадной следует полагать, что глубина эрозионного среза в средней части рудного поля (ядро брахиантиклинали) не менее чем на 400 м превышает эрозионный срез северной части рудного поля.

Большой эрозионный срез центральной части рудного поля подтверждается и геологическими данными. В центральной части поля жилы залегают в породах средне-саралинской свиты, в верхней и нижней подсвитах, по северному и северо-западному флангам — в контакте с верхне-саралинской и в самой верхне-саралинской свите. Мощность верхне-саралинской свиты, целиком срезанной в центральной части рудного поля, по данным геологических построений, проведенных В. Н. Ляхниким в 1956 году, составляет 800—1000 м. Мощность верхней подсвиты средне-саралинской свиты достигает 1000 м. Таким образом, на основании общегеологических соображений мы можем допустить, что формирование кварцевых жил, выходящих в настоящее время на поверхность в центральной части рудного поля, проходило на глубине, более чем на 2 км превышающей глубину формирования жил северного и северо-западного флангов. Однако мы полагаем, что эта величина, конечно, завышена. Основанием к последнему является наличие закономерностей в распределении жил, выполняющих сопряженные системы трещин, которые были заложены в ходе смятия пород рудного поля в брахиантиклинальную складку. К моменту начала выполнения трещин материалом кварцевых жил породы были собраны в означенную складку, и, очевидно, возвышающаяся центральная часть рудного поля могла быть уже значительно эродирована. Дополнительная же эрозия центральной части рудного поля, которая по степени обогащения кварца марганцем определена нами в 400 м, произошла после формирования кварцевых жил при продолжающемся воздымании ядра брахиантиклинальной складки.

Как уже отмечалось, зональность в распределении элементов полиметаллической стадии оруденения имеет характер, обратный распределению марганца, — этими элементами обогащены жилы северного и северо-западного флангов рудного поля. Последнее, очевидно, свидетельствует о более близком нахождении жил этой части поля к источнику оруденения.

В настоящее время трудно ответить на вопрос, являлись ли гидротермы полиметаллической стадии ювенильными водами — продуктами дифференциации Араратского плутона — или они были обязаны процессам, сопровождавшим гранитизацию пород в этом очаге, был ли привнос элементов полиметаллической стадии оруденения связан с отщеплением их от магматического очага или они вынесены из вмещающих пород — ясно одно: по мере приближения к контакту с массивом интенсивность наложенного полиметаллического оруденения возрастает и качественно меняется в сторону преобладания медно-мышьякового. Смена галенитового и галенито-сфалеритового оруденения медно-мышьяковым идет и на глубину, что прослеживается на Каскадном месторождении. Наличие такой зональности позволяет теоретически рассматривать жилы, в которых на поверхности обнаруживается только один галенит, как потенциально наиболее богатые.

При достаточной протяженности жилы, ниже чисто галенитовой минерализации следует ожидать галенит-сфалеритовую, затем сфалерит-халькопиритовую, потом халькопирит-арсенопиритовую. Поскольку все сульфидные ассоциации в кварцевых жилах Саралинского рудного поля в той или иной мере сопровождаются золотом, то и перспективы таких жил наиболее благоприятны. Однако, практически разработку всегда интереснее начинать сразу с наиболее богатых горизонтов, а такими, как правило, являются горизонты со сложными ассоциациями сульфидных минералов.

Это последнее соображение заставляет особое внимание уделять полям распространения жил, тяготеющих к контакту с Араратским массивом или его апофизам.

Заканчивая рассмотрение особенностей зональности в распределении элементов-примесей в кварце золоторудных жил Саралинского рудного поля, можно сделать следующие выводы.

1. Изучение распределения свинца, цинка, серебра, меди, мышьяка и марганца в кварце позволило установить четкую вертикальную зональность отложения в пределах отдельных линз, слагающих Каскадное месторождение, и по Каскадному месторождению в целом.

2. Зональность проявляется в большем обогащении верхних горизонтов линз свинцом, серебром, цинком, нижние горизонты обогащаются мышьяком и медью. Содержание марганца увеличивается с глубиной.

3. Различие в характере распределения марганца и элементов группы полиметаллов дает основание утверждать, что их отложение происходило в разные стадии оруденения.

4. Содержание марганца в кварце может быть использовано как индикатор глубины формирования кварцевой жилы.

5. Закономерное изменение содержания в кварце элементов группы полиметаллов в пределах отдельных линз дает возможность оценивать перспективы еще не вскрытых частей кварцевых жил.

6. Поскольку продуктивное золотое оруденение связано с полиметаллической стадией оруденения, перспективность жил определяется повышенным содержанием в кварце и пирите свинца, серебра, мышьяка, цинка и зональным их распределением по простиранию и падению жилы.

7. Изучение зональности распределения элементов-примесей в кварце и пирите по данным приближенно-количественного анализа может быть рекомендовано для установления перспектив распространения оруденения на глубину в пределах отдельных кварцевых жил, а также для оценки перспективности рудных полей.

## ЛИТЕРАТУРА

Прохоров В. Г., Мирошников А. Е. К вопросу о накоплении и обработке спектральных анализов при геологических исследованиях. «Литология и полезные ископаемые», 1968, № 3.

Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. Изд. «Недра», 1965.