Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова
т. LX, вып. 2, 1971 г.

РУДНЫЕ СТОЛБЫ ДЕПУТАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю. В. Лир

Рудные тела Депутатского месторождения (северо-восток Якутской АССР) представляют собой минерализованные зоны дробления сложного строения, реже — жилы и зоны прожилково-вкрапленного оруденения, секущие слабо дислоцированные сланцево-песчаниковые отложения верхней юры. Преобладают рудные тела в крутопадающих трещинах и трещинных зонах скалывания диагонального (северо-восточного и северо-западного) и близширотного направления.

Руды месторождения формировались в течение пяти стадий минерализации: 1) кварц-турмалиновой; 2) касситерит-силикатно-кварцевой (главной продуктивной); 3) сульфидной (в основном пирротиновой); 4) сульфидно-карбонатной; 5) карбонатной (кальцитовой) [1, 4, 5].

Ранее отмечалось [5], что наиболее крупные рудные тела приурочены к диагональным зонам дробления, интерес представляют также тела в оперяющих трещинах. Как правило, вдоль оси этих тел прослеживается достаточно мощная (до 2 *м*) и выдержанная по простиранию и падению жила выполнения, наиболее богатая касситеритом. Она окаймляется многочисленными параллельными и оперяющими жилами, прожилками и участками вкрапленной минерализации, преимущественно более поздних стадий.

Различные по составу и разновозрастные минеральные ассоциации распределены в рудных телах неравномерно. Для выявления закономерностей их локализации в пунктах опробования рудных тел отбирались серии образцов, характеризующие минеральный состав жилы в данном пункте. Большинству рудных тел свойственно полосчатое, зональное по мощности строение при расположении зон разного состава или с различным количественным соотношением главных рудообразующих минералов примерно параллельно друг другу и контактам жилы. При этом минеральный состав каждой зоны изменяется в пределах этой зоны незначительно, следовательно, результаты количественно-минералогического анализа каждого образца в данной серии можно в первом приближении распространить на всю зону, из которой он отобран, а усредненные данные анализов всей серии образцов с учетом мощности каждой зоны — на всю жилу в данном пересечении.

Всего было подвергнуто визуальным количественно-минералогическим определениям около 1000 образцов из 190 пунктов опробования. Определялось содержание кварца, турмалина, флюорита, хлорита, пирротина и продуктов его окисления, арсенопирита, халькопирита,

сфалерита и карбонатов (сидерита, мангансидерита и кальцита). Более или менее четкие закономерности установлены лишь для наиболее распространенных минералов, прежде всего для кварца и пирротина, содержание которых в рудах, как правило, не ниже 10%. Малые количества остальных минералов, а главное, крайне неравномерное распределение их в жильной массе, не обеспечивали достаточной точности визуальных определений.

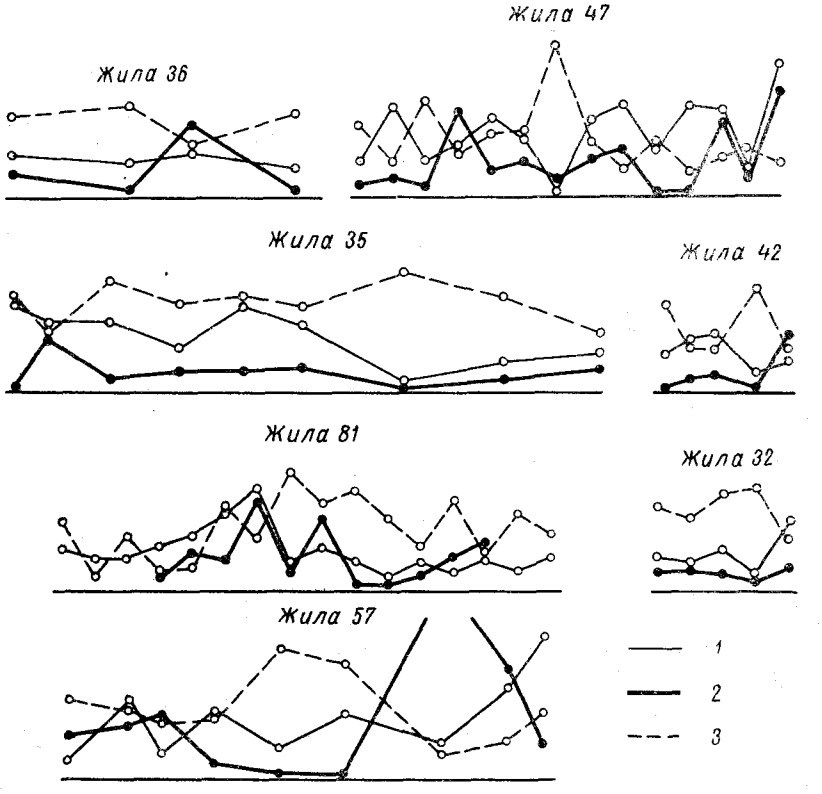


Рис. 1. Изменение содержания кварца *1*, касситерита *2* и пирротина *3* по простиранию некоторых жил на горизонтах подземных горных работ

Анализ кривых распределения кварца и пирротина в главнейших рудных телах в направлении их простирания, а также сопоставление этих кривых с кривой содержания олова, построенной по данным разведочного опробования, приводит к следующим выводам: 1) между содержанием пирротина и содержанием олова существует обратная зависимость — участки с повышенным содержанием пирротина резко обеднены касситеритом; 2) между содержанием кварца и содержанием олова во многих случаях устанавливается прямая связь — участки повышенного содержания кварца обычно пространственно совпадают с участками интенсивной оловоносности; 3) как следствие, отсюда вытекает существование обратной зависимости между содержанием кварца и пирротина (рис. 1). Эти выводы подтверждаются при сопоставлении частных содержаний олова и суммарной (сульфидной и сульфатной) серы в 96 проанализированных на эти компоненты пробах (рис. 2).

Пространственная разобщенность наиболее распространенных разновозрастных минеральных ассоциаций отражает определенные закономерности в развитии рудовмещающих структур. Ранее нами от-

мечалось [4], что в диагональных рудных телах по простиранию происходит чередование участков, отклоняющихся по направлению то к меридиану, то к линии восток-запад. Именно с этой особенностью рудовмещающих разломов связан характер распределения разновозрастных минеральных ассоциаций, а именно: кварц, касситерит и парагенетически связанные с ними минералы преимущественно развиты на участках «более меридионального», чем соседние, простирания, а пирротин и сопутствующие ему минералы концентрируются, главным образом, на участках «более широтного» простирания. Отсюда следует, что более меридиональные участки должны отличаться повышенным содержанием олова, т. е. представлять собой горизонтальные сечения рудных столбов.

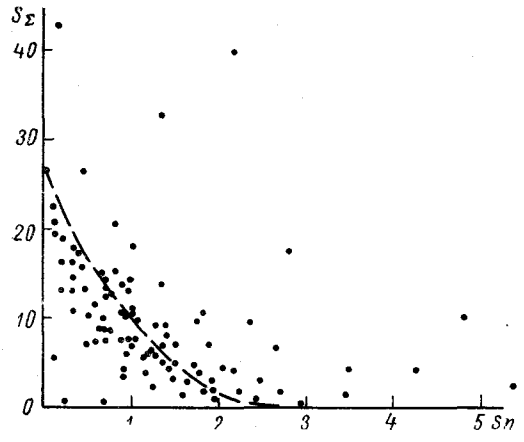


Рис. 2. Соотношение между содержанием олова (в условных единицах) и суммарной (сульфидной и сульфатной) серы в разведочных пробах, по данным 96 анализов

Для проверки этого предположения на погоризонтных планах все диагональные рудные тела, прослеженные в подземных горных выработках, были разбиты на участки, в пределах которых жилы характеризуются относительной прямолинейностью. Для каждого из выделенных участков (от 2 до 20 *м*) был подсчитан средний метропроцент (*mc*). При этом обнаружилось, что в жилах северо-западного простирания богатое оруденение концентрируется на интервалах с бо́льшим, а в северо-восточных—на интервалах с меньшим азимутом простирания, т. е. в обоих случаях относительно обогащенными являются участки более меридионального, чем соседние, простирания.

Выяснение зависимости между искривлениями рудных тел по падению и интенсивностью продуктивной минерализации затруднено, так как на месторождении отсутствуют горные выработки, в которых рудные тела прослеживались бы непрерывно по падению. Однако при документации и опробовании рудных тел в горизонтальных подземных выработках систематически измерялся угол падения, который в большинстве случаев колеблется в пределах 70—90°. Можно предположить, что сопоставление большого количества замеров углов падения со значениями метропроцента в точках замера или в непосредственной близости от них выявит статистическую зависимость между этими величинами. Такое сопоставление показало, что, несмотря на значительный разброс величин метропроцента, соответствующих одному и тому же углу падения, достаточно отчетливо выявляется общая закономерность, заключающаяся в приуроченности богатого оруденения к относительно пологим (75—70° и менее) интервалам рудных тел, причем такой характер локализации рудных столбов сохраняется во всех рассмотренных рудных телах.

Отмеченные закономерности наглядно выявляются при построении рельефа висячего бока рудных жил в изолонгах (линиях равного удаления от вертикальной и ориентированной широтно плоскости проекций [3]). Это видно на примере одного из рудных тел северо-восточного простирания, разведанного подземными горными выработками на

четырех горизонтах (рис. 3). Согласно основному правилу чтения проекций в изолонгах, сокращение горизонтального расстояния между изолонгами отвечает в нашем случае уменьшению азимута простирания жилы, сгущение изолонг по вертикали соответствует уменьшению угла ее падения.

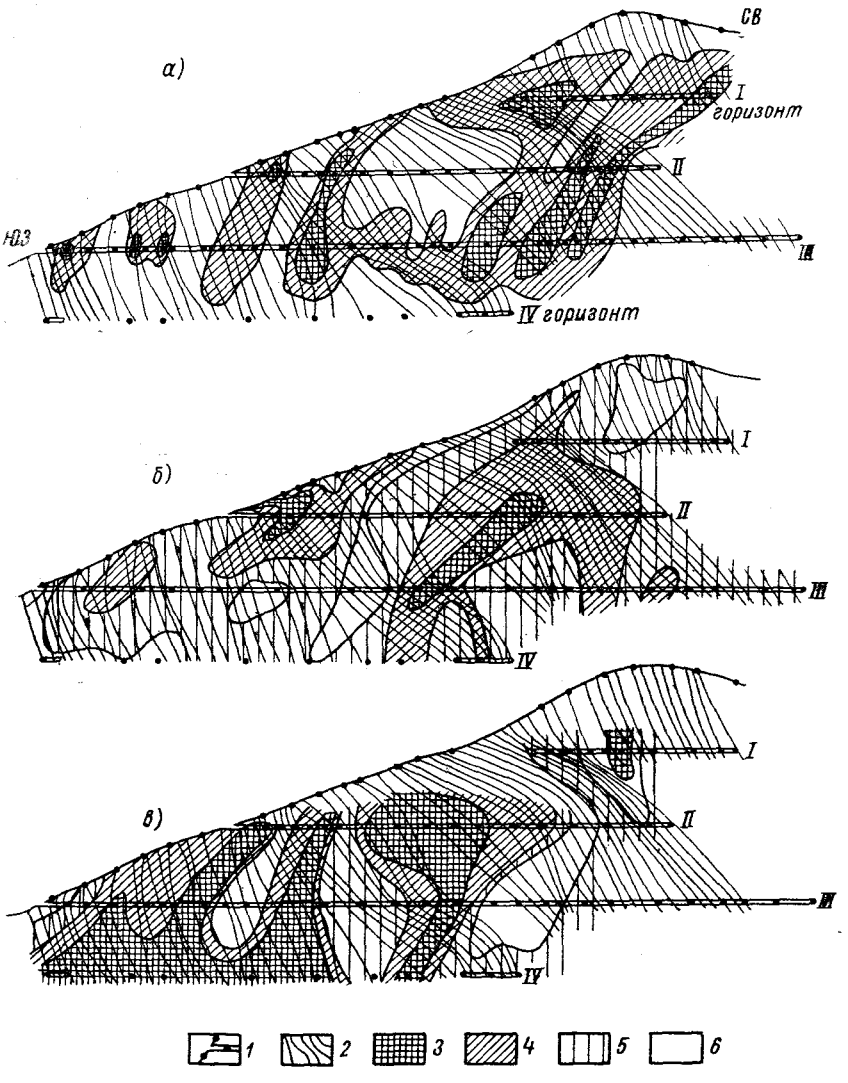


Рис. 3. Связь между пространственными искривлениями рудного тела и некоторыми характеристиками оруденения:

1 — пункты опробования на поверхности и в подземных горных выработках; *2* — изолонги; *3—6* — участки рудного тела с различными значениями содержания олова *а*, суммарной мощности *б* и отношения общей мощности рудного тела к мощности центральной жилы выполнения *в*

Совмещение с проекцией висячего бока в изолонгах любых количественных показателей оруденения (содержания олова, мощности жил и оруденелых зон, удельной трещиноватости руд и боковых пород и т. д.) позволяет выявлять характер связи этих показателей с искривлениями рудных жил по падению и простиранию. Участки повышенной концентрации олова (рис. 3, *а*) часто совпадают с площадями сгущения изолонг как по вертикали, так и по горизонтали. Закономерная связь между ориентировкой жилы в пространстве и суммарной мощностью

зоны промышленного оруденения отсутствует (рис. 3, *б*). Это объясняется тем, что преимущественное раскрытие относительно более меридиональных и более пологих участков рудовмещающих разломов обеспечивалось сбросо-сдвиговыми смещениями лишь в период сжатия, предшествовавший отложению ранних продуктивных минеральных ассоциаций. Изменение плана деформации в этап отложения главной массы сульфидов привело к нивелировке созданного в ранний этап различия мощностей отдельных участков минерализованной зоны [4]. Вместе с тем формирование центральной жилы выполнения преимущественно в ранние стадии рудоотложения и сам механизм этого процесса позволяют утверждать, что соотношение между мощностью центральной жилы выполнения и общей мощностью минерализованной зоны меняется закономерно в зависимости от пространственной ориентировки жилы. Например, на рис. 4 показан участок, на котором центральная

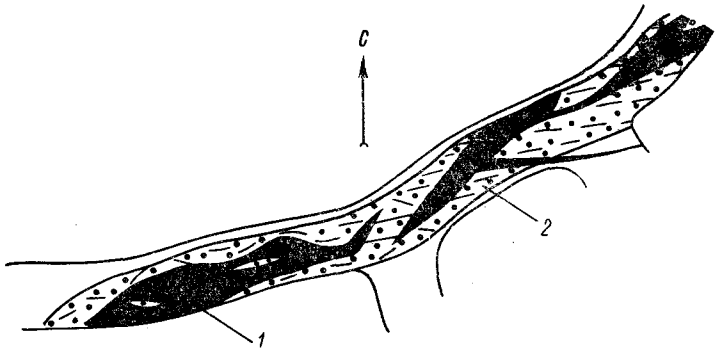


Рис. 4. Строение минерализованных зон дробления (фрагмент погоризонтного плана):

1 — жилы выполнения; *2* — участки прожилково-вкрапленного оруденения

жила выполнения распадается на три линзы, кулисообразно заходящие друг за друга. Общая мощность минерализованной зоны при этом практически не изменяется, но соотношение между мощностью «жильной» части рудного тела и мощностью зоны прожилково-вкрапленного оруденения на участке «перекрытия» и выклинивания кулис меняется в пользу последней. Очевидно, что в пределах центральных частей кулис и линз картина будет обратная.

Для изученного рудного тела в пунктах опробования было вычислено отношение общей мощности минерализованной зоны дробления (по данным опробования) к мощности центральной жилы выполнения. Участки сгущения изолонг — более меридиональные и относительно пологие (см. рис. 3, *в*) — характеризуются пониженным значением отношения мощностей; наибольшие значения этого показателя наблюдаются на участках разрежения изолонг, т. е. на частях рудного тела с бо́льшим азимутом простирания и более крутого падения.

Выявление особенностей локализации разновозрастных минеральных ассоциаций и размещения богатых оловянных руд в рудных телах позволяет представить ход развития диагональных рудовмещающих разломов. При заложении этих разломов в обстановке меридионального сжатия первоначально возникли кососориентированные (с отклонением к меридиану) по отношению к средней линии простирания разломов относительно короткие трещины, соединенные маломощными проводничками, а иногда разобщенные. Сдвиговые смещения привели к слиянию этих «зародышевых» трещин и формированию единой искривленной по простиранию зоны скалывания, в которой участки более меридионального простирания, соответствующие зародышевым трещинам, оказались относительно приоткрытыми, тогда как более широтные

участки, воспринимавшие давление, находились в позиции сжатия и притирания стенок. По-видимому, рудоносные трещинные зоны уже в этап их заложения отличались многократными искривлениями также и по падению, причем в вертикальном разрезе ранние зародышевые трещины были ориентированы несколько более полого, чем вся зона разлома в целом; они соединялись относительно более крутопадающими проводниками. Взбросовые перемещения предрудного этапа приводили к тому, что крутопадающие участки разломов оказывались сжа-

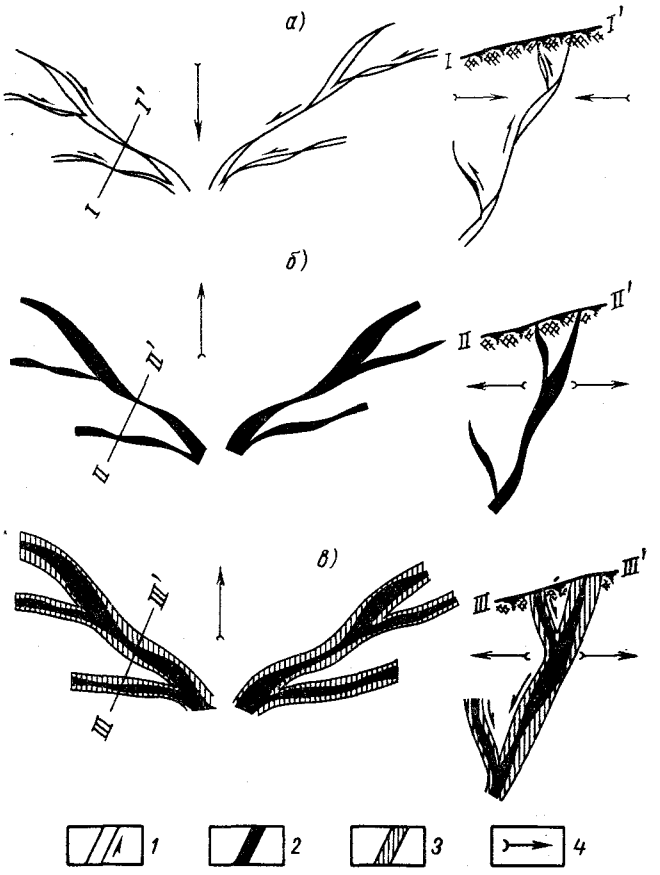


Рис. 5. Схема предполагаемого развития диагональных и оперяющих их широтных рудных тел:

1 — рудовмещающие трещины и направления смещений вдоль них; *2* — оловоносные минеральные ассоциации; *3* — сульфидная минеральная ассоциация; *4* — направления тектонических усилий

тыми, в то время как пологопадающие интервалы находились в обстановке локального растяжения и расхождения стенок (рис. 5, *а*).

В ранние стадии рудоотложения, в период, когда существовало двустороннее (с преобладанием меридионального) растяжение, раскрытию подвергались все участки разлома в равной мере, вследствие чего различие в мощности разноориентированных участков, созданное в предрудный этап, в этот период сохраняется. Следовательно, преимущественная разгрузка гидротермальных растворов, привносящих основную массу олова, происходила на участках пониженного давления, т. е. главная масса богатых руд оказалась приуроченной к более раскрытым участкам, отклоняющимся от средней линии простирания к меридиану. Этим же объясняется то, что в вертикальном разрезе про-

дуктивные ассоциации получают преимущественное развитие на пологопадающих участках рудных жил при слабом проявлении их на крутопадающих интервалах (рис. 5, *б*).

Сильные импульсы меридионального растяжения многократно проявлялись при отложении пирротина. Волнистый характер диагональных зон при этом сохранился, но различия в мощности разноориентированных участков затушевались, так как наибольшему раскрытию подверглись более широтные участки, ориентированные почти нормально к растягивающему усилию. В них концентрировалась основная масса пирротина и парагенетически связанных с ним минералов. Минералообразование в сульфидную стадию протекало на фоне малоамплитудных нормальных сбросов, вследствие чего наибольшая концентрация пирротина в вертикальном разрезе отмечается вдоль участков относительно крутого залегания (рис. 5, *в*).

Подобный анализ, выполненный для широтных оруденелых зон скалывания и для рудных тел в оперяющих трещинах скола близширотного простирания, приводит к следующим результатам: закономерная связь между азимутом простирания рудного тела и метропроцентом в оруденелых широтных зонах, как правило, не устанавливается; в рудных телах в оперяющих трещинах богатое оруденение приурочено к более широтным интервалам, что подтверждает установленную ранее схему предрудных перемещений [4].

Следует подчеркнуть, что связь обогащенных участков с определенным образом ориентированными интервалами рудных тел относительна, в каждом конкретном случае важно, как меняется простирание на данном участке по сравнению с соседним, и ни о какой пропорциональной зависимости между абсолютными значениями метропроцента и азимута простирания не может быть речи.

Выводы

1. Анализ особенностей распределения богатых концентраций металла в рудных телах Депутатского месторождения показывает, что они контролируются в своем размещении пространственно-волнистым характером рудоносных разломов и приурочиваются к определенным образом ориентированным в плане и разрезе интервалам рудных тел.

2. В диагональных рудных телах участки, сложенные богатыми рудами, характеризуются определенными особенностями формы и внутреннего строения; не отличаясь заметно от бедных интервалов общей мощностью зоны минерализации, они имеют гораздо бóльшую мощность центральной жилы выполнения.

3. Наличие или отсутствие закономерных связей между пространственными искривлениями рудных жил и различными характеристиками оруденения наглядно выявляется при построении проекций висячего бока в линиях равного удаления (изолонгах) и совмещении с ними узоров распределения участков рудных тел с теми или иными показателями оруденения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. В. Минералого-геохимические черты и индиеносность оловорудных месторождений Якутии. Наука, 1964.

2. Каллистов П. Л. Изменчивость оруденения и плотность наблюдений при разведке и опробовании. «Советская геология», вып. 53, 1956.

3. Королев А. В., Шехтман П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. Недра, 1965.

4. Лир Ю. В. Тектонические условия рудообразования на Депутатском оловорудном месторождении. Зап. ЛГИ, т. LV, вып. 2, 1968.

5. Некрасов И. Я. Основные черты минерализации Депутатского оловорудного месторождения. Тр. Ин-та геол. Якут. ф-ла СО АН СССР, № 7, 1960.