Записки Ленинградского ордена Ленина ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1983, т. 95

УДК 553.45:550.8

РУДНЫЕ ТЕЛА-„ЛИДЕРЫ" ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю.В.ЛИР, И.А.КАРЯКИН

Отличительной чертой многих жильных оловорудных полей является то, что при значительном общем количестве рудных тел достигающем иногда нескольких сотен, основные запасы месторождений концентрируются в ограниченном числе наиболее крупных рудных тел, которые мы предлагаем называть рудными телами-„лидерами" (РТЛ). На одном из оловорудных месторождений Чукотки более 45 % запасов приходится на 2 рудных тела при общем их количестве более 100, на другом месторождении этого же региона при примерно таком же общем количестве рудных тел 9 жил содержат 50 запасов. На Приморском месторождении, где известно около 70 рудных жил, почти 60 % запасов металла сосредоточено в 3 телах-лидерах. Аналогичная закономерность проявлена на большинстве жильных оловорудных месторождений Забайкалья, Якутии, Магаданской области и других районов. На детально изученных месторождениях Северо-Восточной Якутии к РТЛ были отнесены наиболее крупные тела, заключающие в себе в сумме не менее 75 % запасов металла. Количество таких тел составляет от 14 до 33 % общего количества жил, учтенных в балансе запасов [1].

Поскольку РТЛ в сущности определяют промышленное значение месторождения, изучение закономерностей их локализации в пределах рудных полей, особенностей структуры реализации представляет большой практический интерес. В статье сделана характеризовать некоторые структурно-минералогические черты одного из детально изученных оловорудных месторождений Северо-Востока СССР.

В пределах рудного поля развиты мезозойские терригенные отложения, представленные песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами. Осадочная толща смята в синклинальную складку, близширотного простирания, которой в плане образует дугообразный обращенный выпуклостью к югу. В северо пологопадающем крыле синклинали располагаются оловорудные тела. Сланцево-песчаниковые породы прорываются и метаморфизуются скрытым на глубине 300-800 массивом гранитов наличие которого подтверждено бурением. В пределах рудного поля установлены многочисленные дорудные дайки диоритовых порфиритов кварцевых порфиров, а также дайки диабазовых порфиритов и лампрофиров, среди которых выявлены внутри- и послерудные образования. Большинство рудных тел месторождения представляют собой мощные и протяженные минерализованные зоны скалывания (рис.I), на отдельных интервалах

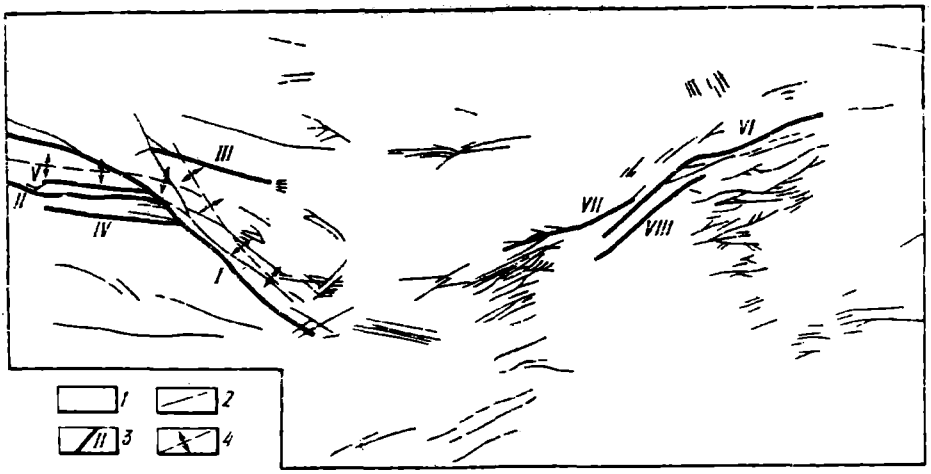


Рис.1. Схема расположения рудных тел оловорудного месторождения
1 – песчано-сланцевые отложения; 2 – рядовые и мелкие рудные тела; 3 – рудные тела-лидеры и их номера; 4 – оси антиклинальных складок

они проявлены как типичные жилы выполнения – замещения, иногда – как зоны прожилкования. Часто структурно-морфологические типы рудных тел комбинируются друг с другом. В процессе минералообразования выделяют 5 стадий: кварц-турмалиновую, касситерит-силикатно-кварцевую (главную продуктивную), сульфидную, сульфидно-карбонатную и карбонатную. Для внутреннего строения рудных тел характерны брекчиевидные, вкрапленные, полосчатые, прожилковые, реже – массивные, друзовые и кокардовые текстуры руд.

Количественная характеристика РТЛ позволяет судить об особенностях концентрации металла в пределах месторож-

Количественная характеристика рудных тел-лидеров

Условные номера рудных тел	Доля запасов металла рудного тела от суммарных запасов месторождения, %	Отношения параметров рудного тела к средним параметрам месторождения				
		Площадь	Мощность	Протяженность		Среднее содержание олова
				по простиранию	по падению	
I	24,0	I7,60	I,45	6,43	4,33	I,28
II	I4,0	9,80	I,20	2,69	4,30	I,64
III	8,2	7,8I	I,I2	2,I9	3,33	I,32
IV	8,2	8,56	0,7I	2,25	3,75	I,72
V	7,9	5,88	0,76	2,3I	3,25	2,35
VI	7,6	I3,98	I,I0	4,69	4,I7	0,67
VII	3,6	4,I2	I,50	2,87	2,7I	0,80
VIII	2,2	5,II	0,92	2,75	3,I7	0,53

дения. В процессе разведки месторождения балансовые оловянные руды выявлены более чем в 90 рудных телах, однако 75,7 % запасов металла сосредоточено в 8 телах-лидерах. В таблице эти тела, которым присвоены условные номера – от I до VIII, ранжированы в соответствии с вкладом каждого из них в общую сумму запасов месторождения.

Данные таблицы указывают, что РТЛ резко отличаются от рядовых тел прежде всего своими размерами: так, площадь рудного тела I, заключающего в себе почти I/4 запасов месторождения, превосходит среднюю для месторождения площадь промышленной части рудных тел в I7,6 раза. Ни для одного из приведенных в таблице РТЛ показатели площади и протяженности по простиранию и падению не опускаются ниже 2. В то же время мощность РТЛ и содержание в них металла могут в отдельных случаях отличаться в меньшую сторону от средних по месторождению показателей, причем эта тенденция усиливается с уменьшением относительной роли РТЛ в балансе запасов месторождения. Тот факт, что крупные рудные тела обеспечивают себе лидирующее положение преимущественно за счет высоких значений показателей «экстенсивности" оруденения, при более скромной роли параметров «интенсивности" рудного процесса, является важным для оценки рудных тел: крупные размеры тела с высокой степенью вероятности говорят о его существенной роли в балансе запасов месторождения. В то же время выявление рудных тел повышенной мощности и (или) с высоким содержанием металла отнюдь не гарантирует его принадлежность к группе лидеров.

С т р у к т у р н а я п о з и ц и я Р Т Л позволяет рассмотреть некоторые особенности их локализации (см. рис.I). Все РТЛ отчетливо тяготеют к центральным частям Западного и Центрального[x] рудоносных участков, образуя полосы высокой концентрации оруденения. На Западном участке такая полоса совпадает со сводовой частью антиклинальной складки северо-западного простирания, осложняющей моноклинальное пологое залегание пластов осадочных пород. Углы падения крыльев антиклинали пологие, не более I0–I5°.

В пределах всего Западного участка по относительно равномерной сети были отобраны образцы глинистых сланцев, обильно насыщенные углефицированными остатками растительных тканей, местами образующими небольшие (мощностью до I–2 мм) линзочки и прослои каменного угля. Известно, что углефицированные остатки растений являются чутким индикатором термального метаморфизма: повышение температуры изменяет цвет микрокомпонентов угля, отражательную способность, выход летучих, микротвердость и др. Систематические измерения отражательной способности R_{max}, выполненные на 63 полированных шлифах с помощью прибора ПООС-I конструкции ВСЕГЕИ, показали, что значения R_{max} колеблются от 3,I до 6,4 %. При этом включения растительных остатков с повышенными значениями R_{max} (≥ 5 %) преобладают в пределах полосы, вытянутой через центральную часть участка в северо-западном направлении. Представляется вероятным, что эта полоса

[x] Слабо изученный Восточный участок на рис.1 не показан.

фиксирует положение на глубине гребневидного выступа интрузивного массива.

Сопоставление положения и ориентировки свода антиклинали с полосой интенсивного контактового метаморфизма пород обнаруживает их полное совпадение, т.е. антиклинальный перегиб располагается непосредственно над предполагаемым гребневидным выступом кровли интрузива. Вместе с тем, к своду антиклинали приурочена согласно с ней простирающаяся полоса концентрации РТЛ. Вряд ли такие совпадения могут быть случайными, скорее они отражают тесную взаимосвязь последовательно развивавшихся элементов структуры: интрузии гранитной магмы, возникновение антиклинали поперечного изгиба, а затем связанных с ней разломов, впоследствии вместивших рудные тела, в том числе РТЛ.

На схеме геологического строения Западного участка (см. рис.1) видно, что рудные тела II, IV, V (см. таблицу) приурочены к разрывным нарушениям, оперяющим главный рудоносный разлом (РТЛ I). К оперяющему нарушению приурочено, вероятно, и РТЛ III. При этом обнаруживается, что интервал РТЛ I, от которого ответвляются оперяющие рудоносные нарушения, расположен почти точно в центре рудовмещающей трещинной структуры и отличается бо́льшим азимутом простирания, чем смежные интервалы. Поскольку одновременно он характеризуется столбовым характером оруденения, это позволяет предположить, что горизонтальная составляющая предрудных подвижек вдоль разлома РТЛ I представляла собой правый сдвиг. В этом случае существенный интерес с точки зрения обнаружения рудовмещающих трещин оперения может представить интервал РТЛ I, расположенный далее к северо-западу, где также наблюдается отклонение рудного тела по простиранию к меридиану.

О с о б е н н о с т и м о р ф о л о г и и Р Т Л отражают многоэтапность их развития. На I этапе эти зоны представляли собой серии разобщенных, иногда кулисообразно расположенных разрывов (рис.2, а), вблизи окончаний которых возникали области концентрации напряжений: во фронтальных частях смещающихся блоков концентрировались сжимающие напряжения, в тыловых – растягивающие [3]. Разрядка этих напряжений при достижении предела прочности среды приводила к возникновению структур второго порядка, среди которых наиболее характерны единичные сколы в области сжатия (A_1 по С.С.Стоянову) и пучок («конский хвост») сколов в области растяжения (A_2).

Дальнейшее развитие трещинных зон скалывания в условиях периодически возобновлявшихся подвижек того же направления (II этап) приводило к соединению кулис, главным образом, через сколы A_2. Узел сочленения обычно представляет собой серию прожилков, коссориентированных по отношению к генеральному направлению трещинной зоны (рис.2, б). И сами прожилки, и в особенности участки их соединения с кулисами заметно обогащены полезным компонентом. Когда развитие зоны скалывания заходит достаточно далеко (III этап), узел соединения кулис представляет собой брекчию вмещающих пород с рудным цементом. Сколы A_1 трансформируются в оперяющие минерализованные трещины, иногда имеющие самостоятельное значение (рис.2, в).

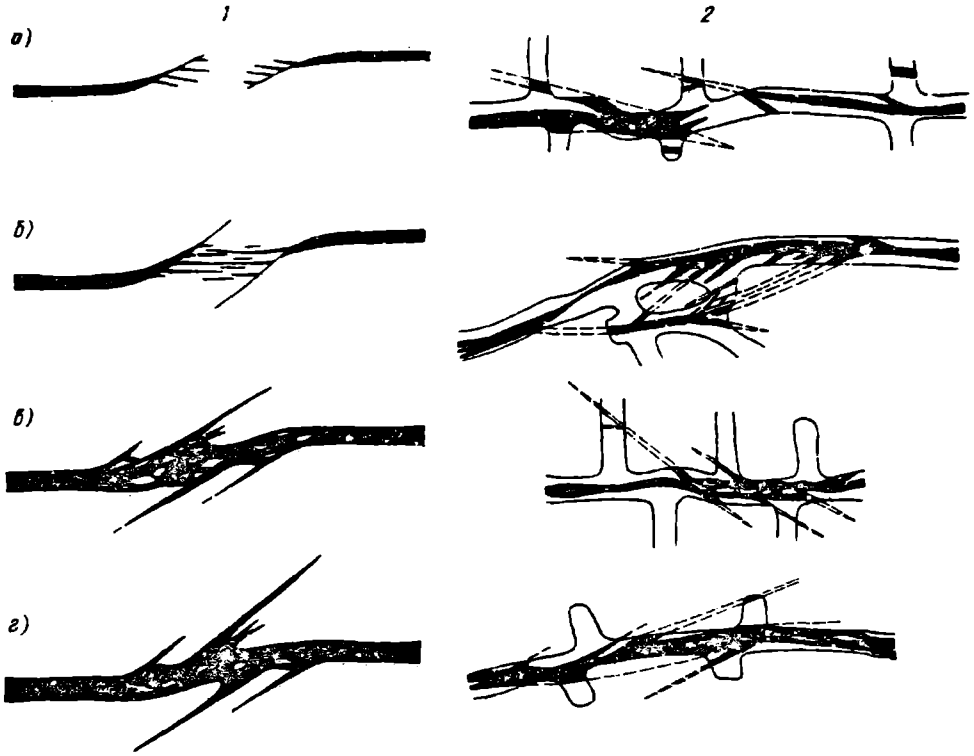


Рис.2. Развитие рудовмещающих трещинных зон скалывания на участках смыкания кулис:
а-г - этапы развития
1 - схемы процесса; 2 - фрагменты погоризонтных планов жильных рудны ловорудных месторождений Востока СССР

Продолжающиеся на IУ этапе тектонические подвижки открывают пути для поступления новых порций гидротермальных растворов, поздние минеральные новообразования заполняют трещины и замещают метасоматически обломки пород и ранее возникших руд. В результате контуры рудной зоны могут стать вновь относительно простыми (спрямленными) при весьма сложном внутреннем строении (рис.2, г).

Как показывают наблюдения, РЗН, во всяком случае их центральные части, оказываются наиболее "развитыми". Для них характерно широкое проявление рудных брекчий с интенсивным замещением обломков. Рядовые рудные тела, а также нередко фланги тел-лидеров, как правило, "недоразвиты", здесь часто наблюдается смена относительно просто построенных жил зонами прожилкования, резкая изменчивость элементов залегания (волнистость), порой распад единого рудного тела на кулисообразно расположенные фрагменты, соединенные "перемычками" или полностью разобщенные.

В связи с тем, что на изученном месторождении продуктивной в отношении извлекаемого (связанного с касситеритом) олова явилась одна из

ранних стадий, богатые руды концентрируются в наиболее древних участках рудоносных структур, в первую очередь, в их центральных частях. Это характерно как для РТЛ, так и для рядовых рудных тел. Однако в деталях локализации рудных столбов и их связи с морфоструктурными особенностями рудных тел есть и различия.

Для РТЛ характерны немногочисленные крупные рудные столбы, содержащие значительные объемы рудной массы и металла, но не отличающиеся, как правило, высокой степенью концентрации олова, что, возможно, связано с некоторым разубоживанием руд минеральными ассоциациями поздних непродуктивных стадий. Морфологически участки столбового оруденения выражены интервалами сложного внутреннего строения, имеющими на Западном участке больший, а на Центральном меньший по сравнению со смежными интервалами азимут простирания. Здесь широко развиты оперяющие минерализованные трещины скалывания, другие же варианты осложнения морфологии (волнистость, увеличение мощности, включения блоков пустых пород, распад на отдельные кулисы) для этих участков в целом нехарактерны. Рудные столбы в рядовых рудных телах достаточно многочисленны, но имеют незначительные размеры и представляют собой, в сущности, рудные гнезда. Степень концентрации в них олова может быть весьма высокой, при этом строение их отличается повышенной сложностью.

Сказанное подтверждается количественным анализом сложности морфологии рудных тел и сопоставлением характеризующих ее коэффициентов с концентрацией металла. Так, разветвление рудных тел, наличие оперяющих жил и безрудных «скск" оценивались в сечениях, где отбирались бороздовые пробы, с помощью коэффициента сплошности $K_{сп}$, представляющего собой число границ рудного тела (жилы, прожилка) и вмещающей породы, зафиксированных в каждом сечении. На графике зависимости между $K_{сп}$ и содержанием олова C в условных единицах хорошо видно, что в РТЛ IV (рис.3, осложнение морфологии (возрастание $K_{сп}$) мало сказывается на концентрации олова: в рядовом рудном теле, развитие которого началось на этапе 3,б) увеличение $K_{сп}$ соответствует обогащению рудного тела металлом.

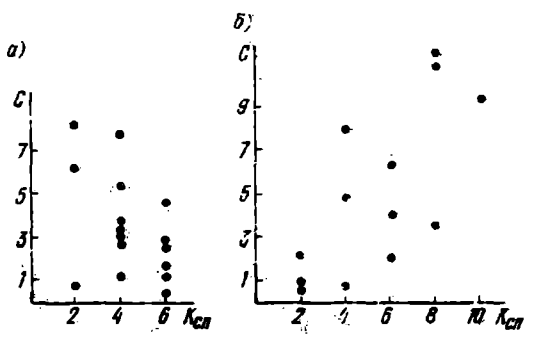


Рис.3. Графики зависимости коэффициента сплошности рудных тел и содержания металла: а - рудное тело-лидер IV, II - горизонт; б - рядовое рудное тело Центрального участка

Касситериты РТЛ по ряду признаков заметно отличаются касситеритов рядовых рудных тел. Выше отмечалось, что крупные рудные столбы типичны именно для тел-лидеров, тогда как рядовые тела отличаются гнездовым характером оруденения. Мож-

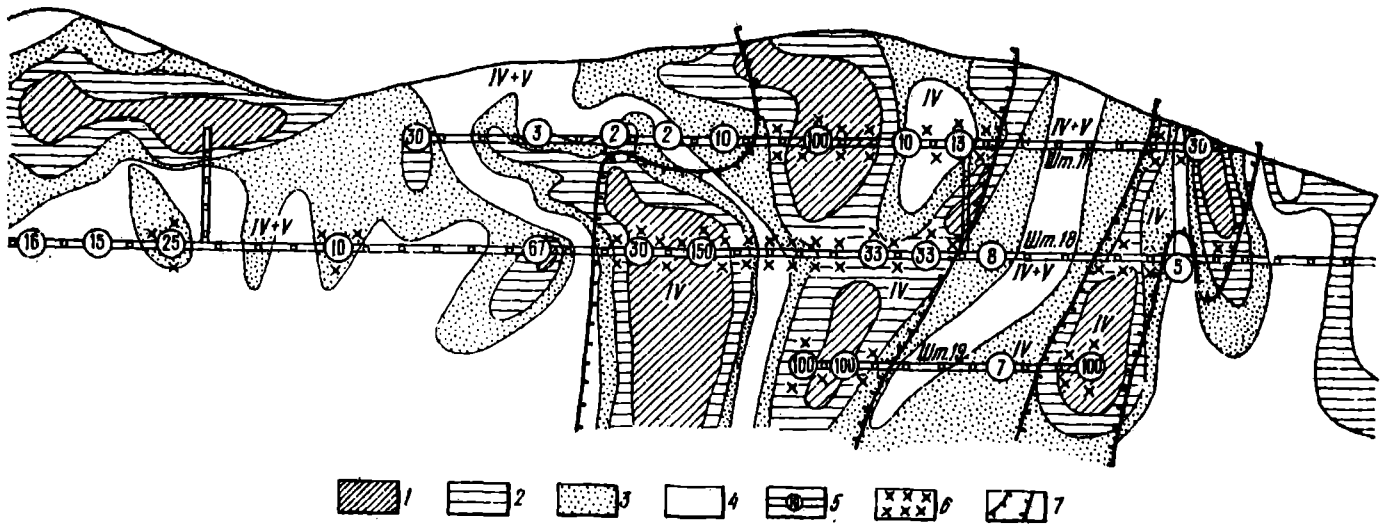


Рис.4. Продольная вертикальная проекция рудного тела-лидера III с данными по типоморфизму касситерита
1-4 - участки рудного тела с различным содержанием олова (в порядке уменьшения); 5 - значение $(Ti/Fe)\cdot10^2$;
6 - участки с наиболее высокотемпературным касситеритом; 7 - контуры рудных столбов по комплексу типоморфных признаков касситерита

но даже утверждать, что именно рудные столбы определяют промышленную ценность РТЛ: будучи сосредоточены на относительно небольшой части площади тела в пределах контура бедансовых руд (около 35–45 %) они заключают в себе 70-80 % запаса металла.

Наряду с другими характеристиками минерального состава представляют интерес отличия касситеритов столбовых участков РТЛ и обогащенных гнезд соседних рядовых и мелких тел.

1. Для касситеритов РТЛ характерны более крупные в целом размеры индивидов: 0,2–1,0 мм против 0,01–1,00 мм в рядовых телах.

2. Касситериты РТЛ более разнообразны по кристалломорфологии: при доминирующей роли касситеритов IУ и У кристалломорфологических типов[x] нередки индивиды Ш типа, встречаются кристаллы I и II типов. В соседних рядовых телах в основном наблюдаются индивиды IУ типа (рис.4).

3. Значительно более широкий спектр элементов-примесей в касситеритах РТЛ отличает их от рядовых рудных тел. В первых устанавливаются Fe, Mn, W, Nb, Ti, Zr, Sc, In, V, As, Pb, Zn, Sb, Cu, вторые содержат лишь Fe, Ti, Pb, Zn, As. Детальные исследования, выполненные на материале РТЛ Ш, показали, что значение $(Ti/Fe)\cdot 10^2$ заметно выше в касситеритах рудных столбов, чем на смежных обедненных участках (см. рис.4).

4. Наибольшие вариации температур начала массовой декрепитации касситеритов характерны для РТЛ. Вместе с тем, средние температуры начала массовой декрепитации касситеритов РТЛ заметно (на 30–40°) выше, чем в соседних рядовых телах.

Выводы

1. Основные промышленные запасы металла в оловорудных жильных месторождениях заключены в немногочисленных наиболее крупных телах-лидерах, определяющих промышленное значение месторождений.

2. Рудные тела-лидеры существенно превышают рядовые и мелкие тела своими размерами по падению и простиранию. Различия в мощности и в содержании полезного компонента менее существенны.

3. Рудные тела-лидеры отличаются от рядовых и мелких тел рядом структурно-морфологических особенностей: приуроченностью к центральным частям рудоносных площадей, длительным развитием рудовмещающих трещинных структур, что накладывает отпечаток на их морфологию, повышенной сложностью внутреннего строения и минерального состава, в частности, рядом особенностей индивидов касситерита.

4. Выявление критериев прогноза и оценки рудных тел-лидеров позволяет существенно повысить эффективность геолого-разведочных работ на жильных оловорудных месторождениях.

---

[x] По Н.З.Евзиковой [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Евангулов Б.Б., Арский Ю.М., Лир Ю.В. Закономерности концентрации промышленных запасов в оловорудных районах, месторождениях и рудных телах. - Зап. ЛГИ, 1967, т. 52, вып. 2, с. 122-128.

2. Евзикова Н.З. Практический аспект кристалломорфологии *касситерита*. - Зап. ВМО, 1972, вып. 2, с. 237-249.

3. Стоянов С.С. Механизм формирования разрывных зон. М., Недра, 1977, 144