Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXIX, вып. 2, 1961 г.

О МЕТОДИКЕ МЕТАЛЛОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ ОЛОВЯННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е. М. Квятковский, И. Н. Крицук

Металлометрическая съемка на базе спектрального анализа как поисковый метод впервые в Союзе была применена в 1935 г. на Хапчерангинском месторождении олова. В настоящее время металлометрия стала ведущим поисковым методом в ряде районов, перспективных на олово, цветные и редкие металлы. Тем не менее, проведение ее сталкивается с трудностями именно при поисках оловянных месторождений.

Так, в Забайкалье, на месторождениях касситерито-кварцевой и пегматитовой формаций, залегающих среди гранитоидов и представленных маломощными пегматитовыми, кварцевыми или кварц-турмалиновыми жилами, при стандартной методике съемки не было получено четких ореолов рассеяния олова. Обычно значительное содержание олова фиксируется в отдельных разрозненных пробах, что не позволяет с достаточной степенью точности наметить контуры ореолов и задавать горные выработки для вскрытия рудных жил. В то же время на месторождениях касситерито-сульфидной формации, залегающих среди кварцевых порфиров, метаморфических пород протерозоя и представленных минерализованными зонами дробления или оруденением штокверкового типа, металлометрической съемкой были выявлены ореолы рассеяния, четко фиксирующие оруденение.

В настоящей статье рассматриваются лишь некоторые методические вопросы проведения металлометрической съемки на олово на ряде месторождений касситерито-кварцевой, пегматитовой и касситерито-сульфидной формаций Забайкалья. Одним из таких вопросов является изучение гранулометрического состава и распределения металла в различных классах проб, отобранных в пределах ореолов и потоков рассеяния, что имеет большое значение для обоснования рациональной методики отбора и обработки проб при проведении поисковых работ.

Месторождения касситерито-сульфидной формации

Месторождение I. Оно расположено в пределах небольшого массива кварцевых порфиров, прорывающего толщу песчано-сланцевых отложений пермотриасового возраста. Рудные тела приурочены к меридиональным зонам дробления и хлоритизации в кварцевых порфирах. Мощность рудных тел от нескольких сантиметров до 2—4 *м*. Содержание олова от 0,1 до 0,4%. Состав руд: хлорит, арсенопирит, галенит, марказит, станнин, пирротин и др. Касситерит очень мелкий, преобладают зерна размером 0,1—0,2 *мм*. Максимальные размеры стяжений касситерита 0,5—0,6 *мм*. Количество станнина в рудах незначительно.

Месторождение II. Участок сложен протерозойскими метаморфическими породами (гнейсами и кристаллическими сланцами) и метаморфизованными изверженными породами. Оруденение приурочено к крупной тектонической зоне дробления, в пределах которой отмечается интенсивное окварцевание и турмалинизация пород. Внутри окварцованной и турмализованной зоны дробления выделяются отдельные участки (полосы) с повышенным содержанием олова и висмута. Зоны минерализации прослежены по простиранию на 180 *м*. Выявлены три участка с повышенным содержанием олова (больше 0,1%).

Месторождение III. Оруденение штокверкового типа приурочено к пересечению крупных разломов меридионального и северо-восточного простирания. Повышенные содержания олова и свинца наблюдаются как в кварцевых порфирах и их туфах, слагающих восточный склон и вершину сопки Большой, так и в диоритовых порфиритах, слагающих ее западный склон.

Месторождение IV. Сложено гнейсами, метаморфическими сланцами и доломитизированными известняками. Вдоль контакта гнейсов и доломитизированных известняков развиты магнетитовые скарны, содержащие тонкокристаллический касситерит. Средняя мощность скарновых образований не превышает первого десятка метров. Содержание олова, по данным бороздового опробования, не более 1%, в среднем 0,3%.

На всех этих месторождениях коренные породы перекрыты элювиально-делювиальными отложениями мощностью 0,5—3 *м*. Поверхность рыхлых отложений задернована. Мощность почвенного профиля не превышает 0,3—0,4 *м*. На месторождении *IV* развита многолетняя мерзлота и наблюдаются явления солифлюкции.

Гранулометрический состав и распределение металла в различных классах проб изучались следующим образом. Пробы на классы разделялись ситовым и седиментационным способами: ситовым способом — фракция крупнее 0,1 *мм*, причем пробы предварительно отмывались от глинистых частиц; седиментационным способом — фракция мельче 0,1 *мм*.

При сопоставлении гранулометрического состава проб (рис. 1), отобранных с различных месторождений, отчетливо наблюдаются следующие закономерности. Для месторождений *I*, *II* и *IV* кривые гранулометрического состава довольно хорошо повторяют друг друга. Наибольший выход (вес, %) относится к классу 2—5 *мм*. Для проб месторождения *III* характерно наличие четко выраженного максимума в интервале 0,02—0,25 *мм*, так как на западном склоне сопки, где отбирались пробы, хорошо развит почвенный слой мощностью 0,5—0,6 *м*, под которым залегают тяжелые суглинки. Для всех четырех участков характерно относительное уменьшение выхода классов 1—2 *мм* и 0,25—0,5 *мм* и относительное увеличение выхода класса 0,5—1 *мм*. Это объясняется тем, что сито 1 *мм* имеет квадратную форму отверстий (фактически сторона квадрата оказалась к тому же несколько завышенной — 1,1 *мм*), тогда как сито 2 *мм* имеет круглые отверстия.

Распределение олова в различных классах мелкой фракции рыхлых отложений изучалось спектральным методом. Для повышения точности пробы анализировались по способу трех эталонов с трехкратным сжиганием навески каждого класса и последующим фотометрированием спектров. Кроме того, по результатам анализа всех проб каждого класса вычислялись среднегеометрические значения содержания металлов, что еще больше увеличивало достоверность данных о распределении металлов в различных классах проб (рис. 2).

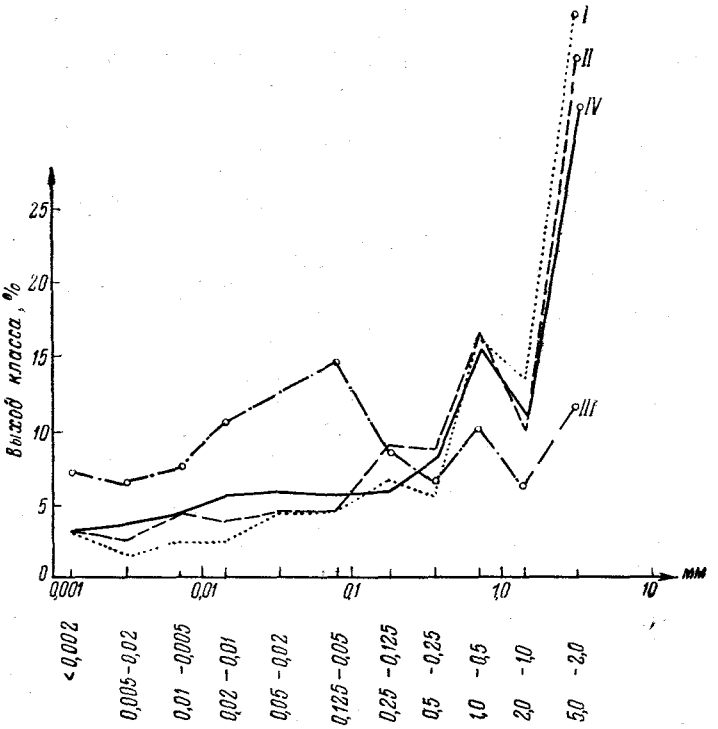


Рис. 1. Кривые гранулометрического состава металлометрических проб месторождений *I—IV* по средним арифметическим значениям из шести проб

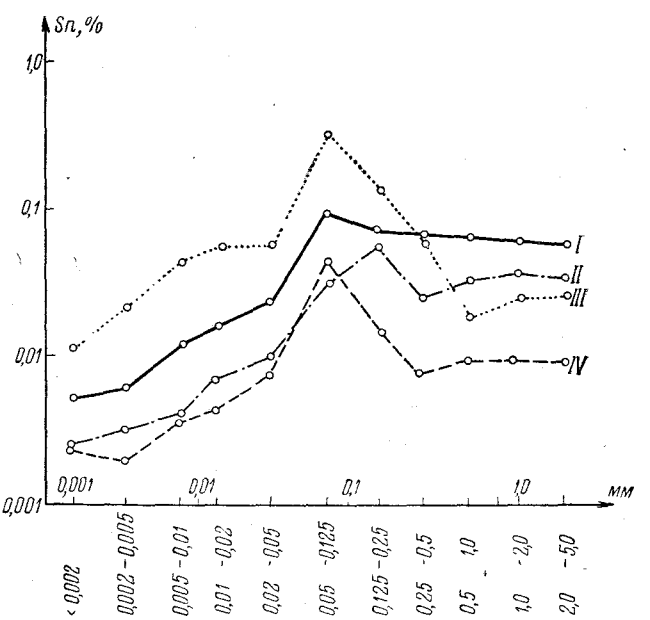


Рис. 2. Распределение олова в различных классах мелких фракций металлических проб месторождений *I—IV*

Для всех четырех исследованных месторождений, относящихся к различным типам касситерито-сульфидной формации, наиболее обедненным, как и следовало ожидать, оказался класс менее 0,002 *мм*. По сравнению с наиболее богатым классом (0,05—0,125 *мм* — для месторождений *I, II* и *IV*; 0,125—0,25 *мм* — для месторождения *III*) в наиболее бедном содержании олова уменьшается более чем в 20 раз. В сторону крупных классов обеднение оловом менее резкое: для месторождения *I* — примерно в 15 раз, для месторождения *II* — примерно в 6 раз, а для месторождений *III* и *IV* — всего в 1,5—2 раза. Для двух последних месторождений характерно присутствие касситерита в виде сростков, обладающих достаточной прочностью. Средние же размеры зерен касситерита для всех месторождений приблизительно одинаковы (0,05—0,125 *мм*) с небольшим отклонением для месторождения *III* (0,125—0,25 *мм*). В связи с этим интересно также отметить наличие россыпей на месторождении *III* и отсутствие их на месторождениях *I* и *II*.

Таким образом, при поисках месторождений касситерито-сульфидной формации рекомендуется поисковую металлометрическую съемку сопровождать шлиховой, направляя последнюю на поиски россыпей. При металлометрической съемке целесообразно отбирать в пробу мелкую фракцию (меньше 0,25 *мм*).

Месторождения касситерито-кварцевой и пегматитовой формаций

Рассмотренные ниже месторождения касситерито-кварцевой и пегматитовой формаций расположены в южной части Центрального Забайкалья. В районе развиты среднезернистые биотитовые граниты, гранодиориты, плагиограниты, гранодиорит-порфиры так называемого Южно-Даурского плутона. Возраст гранитов условно, по соотношению с перекрывающими породами, определяется как варисский. Кроме того, в центральной части района широким развитием пользуются молодые интрузии гранит-порфиров, лейкократовых гранитов и кварцевых порфиров. Возраст их, также достаточно условно, определяется как мезозойский ($I_3 — Cr_2?$).

Как правило, здесь все коренные месторождения пегматитовой и касситерито-кварцевой формаций сопровождаются аллювиальными россыпями.

Не останавливаясь подробно на описании отдельных месторождений, сделаем лишь некоторые общие замечания.

1. Оруденение обычно связано с пологопадающими пегматитовыми или кварцевыми жилами.

2. Видимый невооруженным глазом касситерит находится главным образом в мелких пегматитовых гнездах и прожилках.

3. Средняя величина зерен касситерита на месторождениях 2,5 *мм*.

По данным шлиховой съемки, проводившейся в районе под руководством Н. И. Тихомирова, нами построены вариационные кривые средних размеров зерен касситерита в шлихах. На рис. 3 отчетливо намечается два наиболее богатых касситеритом класса: 0,2—0,4 и 0,7—1,0 *мм*. Как и следовало ожидать, с приближением к коренным источникам касситерита возрастает число проб с более крупными зернами. Аналогичные данные получены и при ситовом анализе касситерита из россыпи (рис. 4). Крупные классы преобладают в пробе, отобранной в верховьях пади. Роль мелких классов увеличивается по мере

продвижения вниз по пади. Постоянное наличие двух наиболее богатых классов можно рассматривать как присутствие двух генетически различных типов касситерита. Мелкий касситерит характеризует, видимо, общую зараженность оловом изверженных пород района и представляет собой акцессорный касситерит гранитоидов Южно-Даурского плутона. По данным спектрального анализа штуфных проб, для некоторых гранитов района характерно повышенное содержание олова (до 0,03%), что косвенно подтверждает наше предположение о природе мелкой фракции касситерита. Крупный же касситерит является, вероятно, продуктом разрушения касситерито-кварцевых или пегматитовых жил. Присутствие его в пробах указывает на непосредственную близость коренных месторождений указанного типа.

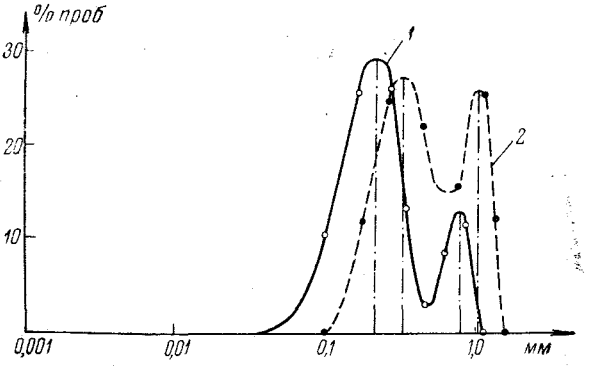


Рис. 3. Вариационные кривые средних размеров зерен касситерита по данным шлиховой съемки:
1 — поисковой (264 пробы); *2* — детальной (142 пробы)

Для поисков месторождений наибольший интерес, конечно, представляет именно этот тип касситерита, в то время как широкая зараженность района мелким касситеритом может указывать на перспективность района на олово в целом.

Интересны также данные, полученные на кварцево-вольфрамитовых месторождениях в Восточном Забайкалье. *

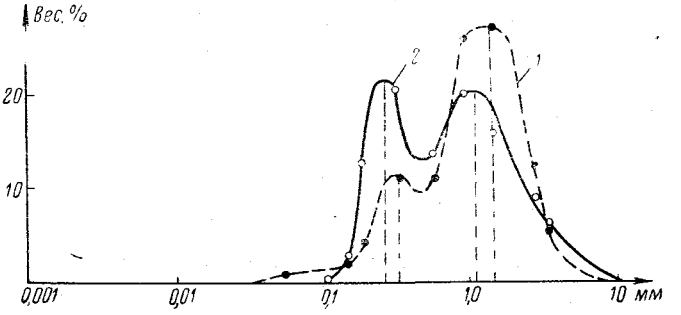


Рис. 4. Вариационные кривые гранулометрического состава касситерита по данным ситового анализа концентрата из россыпи. Проба взята:
1 — в верховьях пади; *2* — в 300 *м* ниже по пади

Как следует из таблицы, приведенной ниже, на третьем участке, расположенном в экзоконтакте массива грейзенизированных гранитов, крупная фракция элювиально-делювиальных отложений (от 1 до 5 *мм*) характеризуется бо́льшим содержанием олова, чем мелкая. Для первого участка, расположенного в эндоконтактовой зоне массива грейзенизированных гранитов, число проб мелкой и крупной фракций, содержащих 0,01% олова и более, примерно одинаково. Таким образом, здесь

* См. Дубов Р. И., Квятковский Е. М. «Распределение вольфрама во вторичных ореолах рассеяния» в настоящем сборнике.

мелкая фракция делювия относительно более богата оловом, что, вероятно, связано с зараженностью оловом мусковитовых грейзенизированных гранитов. Эти граниты, по данным Р. И. Дубова, содержат до 0,03% олова, определенного спектральным анализом. Акцессорный касситерит грейзенизированных гранитов представлен в основном мелкими зернами, в связи с чем и обогащается касситеритом мелкая фракция элювиально-делювиальных отложений. Ороговикованные песчаники и сланцы, являющиеся вмещающими породами для третьего участка, «стерильны» в отношении олова.

Глубина отбора проб, *м*	Число проб	Процент проб, содержащих олова >0,01% во фракции	
		<1 *мм*	от 1 до 5 *мм*
Первый участок			
0,3	96	8	20
0,6	79	36	38
1	74	45	39
1,5	25	72	72
2	22	86	91
Третий участок			
0,3	119	16	59
0,6	86	26	59
1	77	47	65
1,5	57	54	72
2	6	83	83

Полученные данные представляют некоторый интерес. Прежде всего встает вопрос о представительности «стандартных» металлометрических проб при поисках месторождений касситерито-кварцитовой и пегматитовой формаций. Как известно, начальный вес представительной пробы при весьма равномерном распределении в ней зерен рудного минерала можно рассчитать по формуле [2]:

$$Q = \frac{\delta_2 C_p d^3 \cdot 10^{-3}}{C_п \Delta^2 t}, \ г,$$

где $\Delta = \frac{1}{\sqrt{n}}$ — среднее квадратичное отклонение $C_п$, доли единицы;

n — число зерен рудного минерала в пробе;

δ_2 — удельный вес рудного минерала, $г/см^3$;

$C_п$ — содержание металла в пробе, %;

$C_р$ — содержание металла в рудном минерале, %;

t — содержание в пробе интересующего нас класса частиц, доли единицы от полного веса пробы;

d — средний диаметр зерен интересующего нас класса, *мм*.

Как показывает расчет, для класса —1 + 2 *мм* со средней величиной зерна 1,5 *мм* и $C_п = 0{,}003\%$ необходим начальный вес пробы 7500 *г* с учетом выхода этого класса 10—12% (см. рис. 1). Ясно, что обычная металлометрическая проба с начальным весом 50—200 *г* не является в таком случае представительной. Этим и можно объяснить наличие разрозненных богатых оловом проб, не связываемых в четкие ореолы на перспективных участках и даже на участках с уже известным оруденением.

Таким образом, при поисках месторождений олова касситерито-кварцевой и пегматитовой формаций методически неправильно проводить «стандартную» металлометрическую съемку с начальным весом проб 50—200 *г* [1]. В этом случае следует использовать или шлиховую съемку в качестве основного поискового метода, или проводить «отмучивание» (отмывку от глинистых частиц) металлометрических проб.

На месторождениях, где рудные кварцевые жилы приурочены к породам стерильным в отношении олова (сланцы, песчаники), можно использовать металлометрическую съемку на базе спектрального анализа с отбором проб из мелкой фракции (меньше 0,5 *мм*).

Следовательно, формальное проведение стандартной металлометрической съемки, так же как постановка только шлихового опробования в целом ряде случаев не могут обеспечить открытия месторождений и рудопроявлений олова.

Методика проведения поисковых и детально-поисковых работ должна определяться генетическим типом месторождения, ожидаемого на исследуемой территории в соответствии с ее геологическим строением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по металлометрической съемке. Госгеолтехиздат, 1957.
2. Новиков В. А. О необходимом весе проб при опробовании россыпей на редкие минералы. «Разведка недр», 1940, № 2—3.