

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МИНЕРАЛОВ ПРОБ ОЛОВСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПРАВОУРМИЙСКОЕ»**

А.Г. Карпова¹

Научный руководитель преподаватель Т.А. Чикишева^{1,2}

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²ООО ПК «Спирит», г. Иркутск, Россия

Правоурмийское оловородное месторождение, содержащее примерно 6,3% запасов олова России, по своим качественным и географо-экономическим показателям на сегодняшний день является лучшим в России. Месторождение расположено в Верхнебуреинском районе Хабаровского края.

Геологическая позиция месторождения определяется несколькими факторами. Первый – расположение месторождения в восточном экзоконтакте Верхнеурмийского массива биотитовых гранитов, в зоне пологого погружения его кровли. Второй фактор – приуроченность его к центральной части Урмийской кальдеры, выполненной крупной экструзией (лакколитом) кристаллогнейсов. Третий фактор – локализация месторождения в субширотной рудоносной структуре, трассируемой на поверхности дайкой гранит-порфиров, в узле ее пересечения со структурой северо-западного простирания [2].

Минералогические исследования руды выполнены в лаборатории обогащения полезных ископаемых ООО ПК «Спирит». Объектом исследования являлись две технологические пробы – ТП-1 и ТП-2, отобранные на Правоурмийском месторождении. Цель работы – изучение минерального состава и технологических свойств минералов проб оловосодержащей руды.

Минеральный состав проб дроблёной руды и количественная оценка содержаний каждого минерала в пробах были определены с помощью методов оптико-минералогического анализа с применением бинокулярного стереоскопического микроскопа «Микромед МС-2 ZOOM». Прозрачные минералы легкой фракции и тонких классов были исследованы в иммерсионных препаратах с применением поляризационного микроскопа МИН-8. Разделение минеральных фаз арсенопирита и лёллингита, а также определение минерального состава класса крупности менее 0,040 мм проводилось методами рентгенофазового анализа на аппарате ДРОН-3.0.

При проведении анализа были использованы методические рекомендации НСОММИ (Научный совет по методам минералогических исследований) № 162 «Оптико-минералогический анализ шлиховых и дробленых проб».

Дробленый материал обеих проб был классифицирован и подвергнут гравитационному фракционированию в бромформе (удельный вес 2,89 г/см³) и в жидкости Клеричи (удельный вес 4,0 г/см³).

Главным ценным компонентом исследуемых проб руды является касситерит. Попутным ценным компонентом выступает вольфрамит. По данным атомно-эмиссионного анализа с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) массовая доля олова в руде составляет 0,61 и 3,21 % для проб ТП-1 и ТП-2 соответственно. Массовая доля вольфрама в руде составляет 0,02 и 0,09 % для проб ТП-1 и ТП-2 соответственно. По данным минералогического анализа массовая доля касситерита в пробе ТП-1 составляет 0,8 %, в пробе ТП-2 – 4,8 %; попутно извлекаемый ценный компонент – вольфрамит; в пробе ТП-1 встречается в единичных зернах, в пробе ТП-2 его содержание достигает 0,1 %.

Массовая доля сульфидов в пробах руды колеблется от 2,6 % в пробе ТП-1 до 1,5 % в пробе ТП-2. Перечень сульфидов достаточно обширен: арсенопирит, халькопирит, борнит, халькозин, пирит, пирротин. В обеих пробах минералы мышьяка представлены арсенопиритом и лёллингитом, преобладающим является арсенопирит. В пробе ТП-1 массовая доля арсенопирита составила 2,1 %, лёллингита – 1,2 % и в пробе ТП-2 – 1,5 % и 0,4 % соответственно. Сульфиды меди представлены халькопиритом, борнитом и халькозином. Массовая доля сульфидов меди в пробе ТП-1 составила соответственно, (%) 0,3; 0,1; 0,1. В пробе ТП-2 сульфиды меди фиксируются только в виде единичных зерен.

Основным породообразующим минералом является кварц в виде зерен неправильной формы, а также в виде кварцевых и кварц-полевошпат-слюдистых агрегатов, суммарно их доля в пробе ТП-1 составляет 70,5 %, в пробе ТП-2 – 57,2 %. Вторым породообразующим минералом в количестве 11,6 и 27,0 % является топаз. В количестве 1,0 % для пробы ТП-1 установлен флюорит, в пробе ТП-2 его массовая доля составила 1,3 %. Турмалин в пробе ТП-1 отмечен в количестве 0,9 %, в пробе ТП-2 его массовая доля составила 1,9 %. Массовая доля слюдистых минералов (мусковит, биотит) в пробе ТП-1 составила 1,5 %, а в пробе ТП-2 – 2,2 %.

В подчиненном количестве и в единичных зернах в пробах отмечены магнетит, молибденит и ильменит. Вторичные минералы распространены незначительно и представлены хризоколлой и гидроокислами железа.

Касситерит в исследуемых пробах руды, измельченной до крупности менее 2 мм, отмечается во всех классах крупности. Свободные зерна касситерита представлены зернами неправильной формы различных оттенков коричневого цвета – от бледного желтовато-коричневого до бурого цветов. Зерна часто имеют зональную окраску. Поверхность неровная, у единичных кристаллов сохранились грани. Блеск смолистый, жирный.

Сростки касситерита диагностируются в диапазоне крупности -2+0,250 мм в пробе ТП-1 и -2+0,5 мм в пробе ТП-2. При визуальном просмотре зерен сростков установлено, что в классе крупности -2+1 мм касситерит чаще всего находится в полиминеральных сростаниях с породообразующими минералами – кварцем, топазом, турмалином и сульфидами мышьяка, реже меди. С уменьшением класса крупности чаще отмечаются бинарные сростки касситерита, а количество сростаний касситерита с минералами мышьяка и сульфидами меди значительно

преобладает над количеством сростаний касситерита с породообразующими минералами. Относительный процент раскрытия касситерита по классам крупности приведен в таблице.

Таблица

Относительный процент раскрытия касситерита по классам крупности

Класс крупности, мм	Проба ТП-1		Проба ТП-2	
	Касситерит		Касситерит	
	свободный, % _{отн.}	в сростках, % _{отн.}	свободный, % _{отн.}	в сростках, % _{отн.}
-2+1	68,7	31,3	72,5	27,5
-1+0,5	69,1	30,9	89,6	10,4
-0,5+0,25	91,3	8,7	100,0	–
-0,25+0,125	100,0	–	100,0	–
-0,125+0,071	100,0	–	100,0	–
-0,071+0,04	100,0	–	100,0	–
-0,04	100,0	–	100,0	–

На основании данных минералогического анализа было проведено изучение контрастности свойств минералов с целью технологической оценки изучаемых проб путем выявления по справочным данным и сопоставления их основных физических свойств.

Минералогическими исследованиями установлено наличие в руде комплекса минералов с ярко выраженными контрастными физическими свойствами. Наиболее контрастным физическим свойством минералов, слагающих материал изучаемой пробы, является плотность.

По значению плотности минералы, слагающие пробу, условно можно разделить на три группы:

- самые легкие минералы, обладающие плотностью менее 2,9 г/см³ – полевой шпат, кварц, мусковит;
- минералы с промежуточной плотностью – топаз, флюорит, турмалин с плотностью в диапазоне 2,9...3,2 г/см³;
- тяжелые минералы – касситерит, вольфрамит, минералы мышьяка, сульфиды меди с плотностью 4,1...7,1 г/см³.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Изучение вещественного состава позволило отнести руду обеих проб к касситеритово-кварцевой формации, типу топаз-кварцевому с сульфидами [1].
2. Изучение раскрытия зерен касситерита позволило определить оптимальную конечную крупность измельчения менее 0,25 мм для пробы ТП-1 и менее 0,5 мм для пробы ТП-2.
3. Основным промышленно-ценным компонентом обеих проб руды является олово. По содержанию металла исследуемый материал пробы ТП-1 с массовой долей олова 0,61 % относится к рудам среднего качества (0,4...1,0 %), а пробы ТП-2 с массовой долей олова 3,21 % – к богатым рудам (более 1 %). Вольфрам может представить определенный интерес для попутного извлечения, его содержание в пробе ТП-2 – 0,091 % почти в 4 раза выше, чем в пробе ТП-1 – 0,026 %.
4. Касситерит и вольфрамит, которые являются ценными компонентами в изучаемой пробе, имеют значительно более высокую степень контрастности гравитационных свойств по сравнению с другими минералами пробы. Это позволит использовать гравитационные методы обогащения для их первичной концентрации.
5. Группа минералов с промежуточной плотностью затрудняет процесс гравитационного отделения их от касситерита и потребует дополнительных операций очистки касситеритового концентрата.
6. Для получения оловянного концентрата, соответствующего требованиям к сырью, минералы мышьяка и меди могут быть извлечены из черного концентрата при помощи методов флотации. По данным магнитной восприимчивости с применением магнитной сепарации тут может быть выделен вольфрамит, магнетит, пирротин, биотит и турмалин.

Литература

1. Минералогическое исследование руд цветных и редких металлов / под общ. ред. д.г.-м.н. А.Ф. Ли. – М.: Государственное научно-техническое изд-во литературы по горному делу, 1960. – 219 с.
2. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн. 2. – С. 573 – 981.