

МИНЕРАЛОГИЯ

И. Н. ЧИРКОВ

**МИНЕРАЛОГИЯ МОНЧЕ-ТУНДРЫ**

*(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 14 VIII 1939)*

Медно-никелевые месторождения Монче-Тундры на Кольском полуострове, являющиеся рудносырьевой базой для вновь построенного мощного комбината «Североникель», по содержанию в них металлов никеля, кобальта, меди и др., а также и по общим запасам руд, несмотря на далеко еще неполную разведанность выходят в настоящее время на передовое место среди никелевых месторождений Союза. По своим генетическим особенностям месторождения Монче-Тундры также являются весьма своеобразными и в высшей степени интересными.

Образование рудных жил на площади рудоносных участков «Нитис» и «Кумужья варака», связанное с дифференциацией основной магмы, происходило в одну из поздних стадий магматического процесса. Многообразие фаз минерализации не наблюдается.

При пострудной тектонике небольшая часть руд подвергалась перекристаллизации с появлением новых минералов (пирит, магнетит II).

По минералогическому составу все изученные жилы являются более или менее однородными и представлены одним и тем же комплексом рудных минералов, из которых главными являются пирротин, пентландит, халькопирит и магнетит.

Наблюдается лишь не вполне равномерное пространственное распределение в рудных массах концентраций того или иного рудного компонента. Это дало возможность выделить характерные типы, отличающиеся друг от друга преобладанием одного из главных рудообразующих минералов при подчиненном содержании остальных.

По количественным соотношениям слагающих рудных минералов можно выделить следующие типы руд: халькопирит—пентландит—пирротиновые, наиболее распространенные руды, затем следуют так называемые пирротиновые руды, т. е. обедненные халькопиритом и пентландитом; затем руды, обогащенные халькопиритом (от 40 до 80%), руды, обогащенные магнетитом, лимонитовые и сажистые руды. Три последние типа руд имеют подчиненное значение.

При проведении исследовательских работ главное внимание было обращено на руды эндогенные и руды, подвергшиеся динамометаморфизму. Были изучены также руды окисленной зоны и зоны вторичного сульфидного обогащения. В результате исследований был установлен следующий ряд минералов:

Э н д о г е н н ы е		Э к з о г е н н ы е	
Минералы	Химическая формула	Минералы	Химическая формула
Магнетит (I, II)	$Fe_3O_4$	Лимонит	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
Ильменит	$FeTiO_3$	Самородная медь	Cu
Пирротин (1)	FeS	Куприт	$Cu_2O$
Пентландит (1, 2, 8)	(Fe, Ni)S	Малахит	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$
Халькопирит	$CuFeS_2$	Хризоколла	$CuSiO_3 \cdot nH_2O$
Кубанит	$CuFe_2S_3$	Моренозит	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$
Валлерит	$Cu_2Fe_4S_7$ или	Марказит (4)	FeS <sub>2</sub>
Сфалерит	$Cu_3Fe_4S_7$ (1)		
	ZnS	Мельниковит—пирит (мельниковит—марказит)	FeS <sub>2</sub>
Неизвестный платиновый минерал (?)		Бравойт (5)	(Fe, Ni)S <sub>2</sub>
Пирит	FeS <sub>2</sub>	Второй минерал по бравойту	—
		Неизвестный медный минерал по пирротину	—
		Второй минерал по кубаниту	—
		Ковеллин	CuS
		Халькозин	$Cu_2S$

Преобладающими минералами в рудах в порядке выделения их являются: магнетит, составляющий до 10% объема рудной массы; пирротин—до 75%; пентландит—7—8%; халькопирит—6—7%. Остальные минералы встречаются в очень незначительных количествах. Отдельные минералы, как показало минералографическое изучение, кристаллизовались последовательно. Представление об этом дает приведенная диаграмма возрастных соотношений минералов.

В магматическую фазу первым выкристаллизовался магнетит, имеющий часто эвгедральную форму зерен. Зерна магнетита в большинстве случаев подверглись коррозии и замещению сульфидами; последние встречаются в нем и в виде мелких включений. Наблюдаются две главных генерации магнетита—разновидность, содержащая ильменит, и без ильменита. Превалирует последняя.

Замечается тяготение магнетита к зальбандам жил, где он дает скопления в виде сплошных мелкозернистых масс, залегающих как бы оторочками вдоль боков жил, или скопления в этих частях жил, наиболее крупных и по величине, кристаллических вкрапленников. Причем такой характер образований магнетита наблюдается главным образом в верхних горизонтах жил. Это объясняется, очевидно, господством кислородного режима в начальные моменты процесса кристаллизации сульфидного расплава.

Второе место по времени начала кристаллизации и первое место по количественному значению в рудах занимает пирротин. Этот минерал выделялся в виде аллотриоморфно-зернистых масс. Часто наблюдаются структуры перекристаллизации, обусловленные явлениями динамометаморфизма.

Для пирротина наблюдаются по крайней мере две генерации. Основная масса его выделилась в более раннюю стадию кристаллизации. Незначи-

(1) Химическая формула дана по Шольцу.

тельная его часть кристаллизовалась позднее халькопирита и, по всей вероятности, является результатом распада твердого халькопиритового раствора.

Пентландит является третьим минералом в порядке выделения из рудной массы. Главная масса пентландита выделилась из расплава одновременно или после начала перекристаллизации пирротина, но часть его, наблюдающаяся в форме порфирированных вкрапленников, образовалась несомненно раньше, чем начал кристаллизоваться пирротин. Кроме того значительная часть пентландита выделилась из твердого пирротинного раствора, образовав так называемые петельчатые структуры распада.

Халькопирит выделился в большей своей массе после кристаллизации первых трех минералов, выполняя оставшиеся пространства между зернами ранее выделившихся минералов. Как правило, зерна халькопирита обладают сложным внутренним двойниковым строением.

Кубанит встречается сравнительно редко, образуя пластинчатые тела в халькопирите. Он является типичным минералом распада твердого раствора. С ним тесно связан минерал валлерит.

Сфалерит наблюдается в рудах в ничтожных количествах в виде мелких включений в халькопирите, являясь точно также минералом распада твердого халькопиритового раствора.

Встречен минерал белого цвета с сильной отражательной способностью. К сожалению, ничтожные размеры встретившихся зерен этого минерала не дали возможности точно определить его состав. По всей вероятности, он принадлежит к группе платиновых минералов.

При процессах динамометаморфизма в связи с пострудной тектоникой попутно с перекристаллизацией в пирротинных массах возникают пирит и магнетит позднейшей генерации. Общее количественное значение этих минералов невелико.

В процессе выветривания сульфидных жил в зоне окисления развивается преобладающе лимонит. Лимонитовые руды образуют железные шляпы жил и прослеживаются в среднем до 12—15 м глубины. Состав лимонитов изучен пока недостаточно.

Малахит, куприт, хризоколла, ковеллин и халькозин встречаются в рудах окисленной зоны в небольших количествах.

В зоне цементации развивается ряд вторичных минералов, из которых наибольший интерес представляет бравоит—вторичный минерал по пентландиту. Он распространен довольно широко.

В результате дальнейшего окисления руд бравоит переходит во вторичный минерал неопределенного химического состава.

№ п/п	Минералы	Позднемагмат. фаза	Эпигенетич. фаза	Гипергенные образования
1	Магнетит	—		
2	Ильменит	—		
3	Пирротин	—		
4	Пентландит	—		
5	Халькопирит	—		
6	Кубанит	—		
7	Валлерит	—		
8	Сфалерит	—		
9	Неизв. бел. мин.	—	?	
10	Оливин+пироксен	—		
11	Вторичные выцветы			
12	Пирит		—	
13	Магнетит		—	
<b>Зона окисления</b>				
1	Лимонит			—
2	Самородн. медь			—
3	Куприт			—
4	Малахит			—
5	Хризоколла			—
6	Моренозит			—
<b>Зона цементации</b>				
1	Марказит			—
2	Бравоит			—
3	Вторичный мин. по бравоиту			—
4	Неизв. бел. мин. по пирротину			—
5	Вторичный мин. по кубаниту			—
6	Ковеллин			—
7	Халькозин			—

Фиг. 1.

Из медных вторичных минералов встречены ковеллин и халькозин, а также вторичный минерал переменного химического состава, развивающийся по пирротину. Он имеет значительное развитие в полуокисленных рудах, которые при дальнейшем ходе процесса выветривания жилл превращаются в так называемые сажистые руды.

Повышенный интерес к медно-никелевым рудам Монче-Тундры при реальном наличии в них кроме никеля и меди еще ряда ценных компонент, как кобальт, платина, палладий, селен и др., вызывает необходимость постановки более углубленного изучения минералогического состава руд и в особенности детальной характеристики главных рудных минералов — пирротина, пентландита и халькопирита.

В связи с предъявляемыми требованиями со стороны металлургов, чрезвычайно важно разрешить вопрос никеленосности самих пирротинов, а также знать структурные особенности их и поведение в исходных рудах.

Поэтому одной из первоочередных задач по изучению минералогического состава руд Монче-Тундры должна быть задача тщательного выделения мономинеральных проб с целью их полного химического анализа.

Прежде всего необходимо более детально изучить разновидности пирротина, установить состав пентландита в различных его генерациях, халькопирита и других минералов, с применением спектрального анализа, рентгенометрического и других методов исследования.

Кольская база Академии Наук СССР  
Кировск

Поступило  
14 VIII 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Douglas Scholtz, Transactions of the Geological Society of South Africa, XXXIX (1936). <sup>2</sup> Schneiderhöhn u. Ramdohr, Lehrbuch der Erzmikroskopie (1931). <sup>3</sup> С. С. Смирнов, Зона окисления сульфидных месторождений (1936). <sup>4</sup> R. L. Hewett, Economic Geology (1938). <sup>5</sup> M. N. Short a. E. N. Shannon, The American Mineralogist, 15 (1930).