

Ю. Е. ВИШНЕВСКАЯ, Л. Г. НЕГОДА, Е. Д. ШАРКО

**О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ НИКЕЛЕНОСНОСТИ ОЛИВИНА
И ПОВЕДЕНИИ СИЛИКАТНОГО НИКЕЛЯ
ПРИ СЕРПЕНТИНИЗАЦИИ
(НА ПРИМЕРЕ НИКЕЛЕНОСНЫХ ГИПЕРБАЗИТОВ ПЕЧЕНГИ)**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 23 VII 1973)

Источник рудного вещества при эпигенетическом рудообразовании — главный вопрос в изучении сульфидных медно-никелевых месторождений мира. Решение этого вопроса во многом определяет разработку поисковых критериев богатых руд этого типа.

В последнее время все более популярной становится гипотеза Фогта (¹) о метаморфогенной природе сульфидно-никелевых скоплений в гипербазитах, возникающих путем извлечения и последующей концентрации рассеянного никеля из породообразующих магнезиальных силикатов, и прежде всего из оливина (²⁻⁷). Однако отправное положение этой гипотезы об изоморфном вхождении никеля в форму Ni_2SiO_4 в решетку магматогенных магнезиальных силикатов остается спорным, в связи с ненадежностью химических определений микроколичеств серы в исследуемых моnofракциях (^{8, 9}).

Для многих никеленосных гипербазитовых комплексов, и в частности для рассматриваемых в данной статье гипербазитов Печенги, эта трудность усугубляется практической невозможностью выделения достаточных количеств чистого оливина без сульфидных микровключений. В связи с этим большой интерес представляет прямое исследование никеленосности оливина и продуктов его замещения при помощи электронного микроанализа. Этот метод, позволяющий изучать минеральные фазы в ненарушенных природных ассоциациях, в состоянии ответить на кардинальные вопросы: 1) о принципиальной возможности изоморфного вхождения Ni в оливин в песульфидной форме и 2) о поведении Ni при метасоматическом дивергентном распаде оливина на серпентин и рудное вещество.

Начатое нами микронзондовое исследование потенциальной никеленосности оливина проведено на материале частично серпентинизированных гипербазитов Печенги из месторождений с богатым (обр. № 240а, Котсельваара) и бедным оруденением (обр. № 205—43, Пильгуяври), а также из массива с незначительным рудопроявлением (обр. № 1283, Соукер). Все образцы имеют однотипный минеральный состав (реликтовый оливин, серпентин и рудное вещество) и пойкилитовую реликтово-псевдоморфную структуру в сочетании с наложенной петельчатой. Непосредственный объект исследования — оливин (17—20% Fa) в среднем на 50% замещен перечено-игольчатым серпентином и высвободившимся при серпентинизации рудным веществом (5—10%), образующим центральные стержни — просечки в серпентиновых шнурах. По данным рентгенометрического исследования, серпентиновая фаза относится к антигоритовой разновидности ($N_g=1,567$; $N_p=1,562$).

Микроанализ описываемых образцов производился в прозрачно-полированных шлифах на микроанализаторе М-46 фирмы «Самеса» (400X).

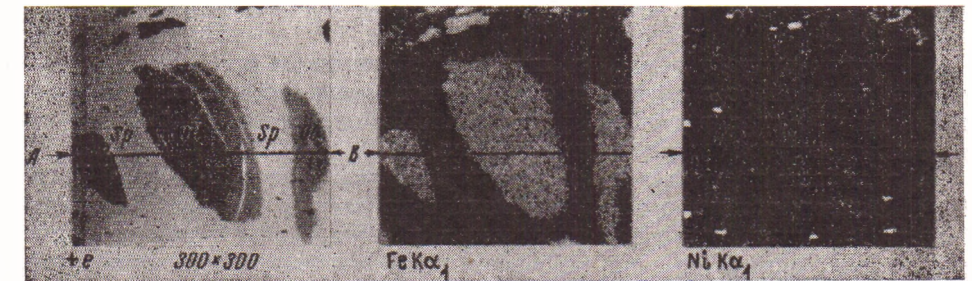
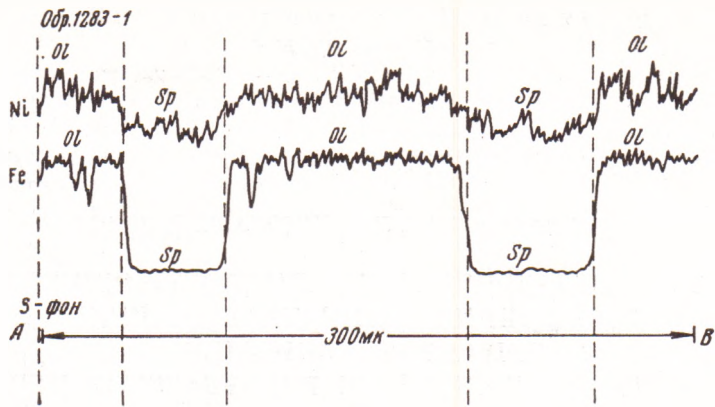


Рис. 1. Концентрационные кривые и сканограммы распределения Fe и Ni в серпентинизированном (Sp) оливине Ol

Концентрационные кривые и сканограммы исследованных элементов были выполнены при ускоряющем напряжении 20 кв. Диаметр зонда, судя по черным отпечаткам на эталонном образце, составлял около 1 мкм. В качестве эталонов использовались химически чистые элементы и FeS_2 (эталонный пирит). Количественный анализ на данном этапе исследований не выполнялся.

В каждом образце исследовано от 8 до 15 трехфазных (оливин — серпентин — рудное вещество) минеральных ассоциаций, типичные примеры которых приведены на рис. 1 и 2. На всех полученных сканограммах и концентрационных кривых в оливине фиксируется присутствие рассеянного никеля при практическом отсутствии серы (на уровне фона). В ходе метасоматического замещения оливина ассоциацией серпентин + рудное вещество Ni отчетливо перераспределяется (рис. 2): силикатная фаза (серпентин) существенно обедняется им, а рудное вещество, напротив, концентрирует этот элемент в форме мельчайших (0,001–0,01 мм) вростков вторичного пентландита (участки скоррелированных максимумов Ni, Fe и S на концентрационных кривых, рис. 2) в магнетите (участки максимумов Fe в отсутствие S). Наличие повышенного, даже по сравнению с оливином, содержания Ni в отдельных участках магнетита указывает на возможность нахождения Ni в рудном веществе не только в сульфидной, но и в окисной форме, изоморфной с FeO, как в треворите (NiFe_2O_4).

Изложенный фактический материал может иметь следующее генетическое толкование. При раскристаллизации ультраосновного расплава значительная часть растворенного в нем Ni совместно с железом входит в решетку оливина ('). При остывании в присутствии водной фазы оливин подвергается гидратации с дивергентным распадом на силикатную, почти чисто магниевую фазу (серпентин) и сегрегированное рудное вещество

Обр. N 205-43

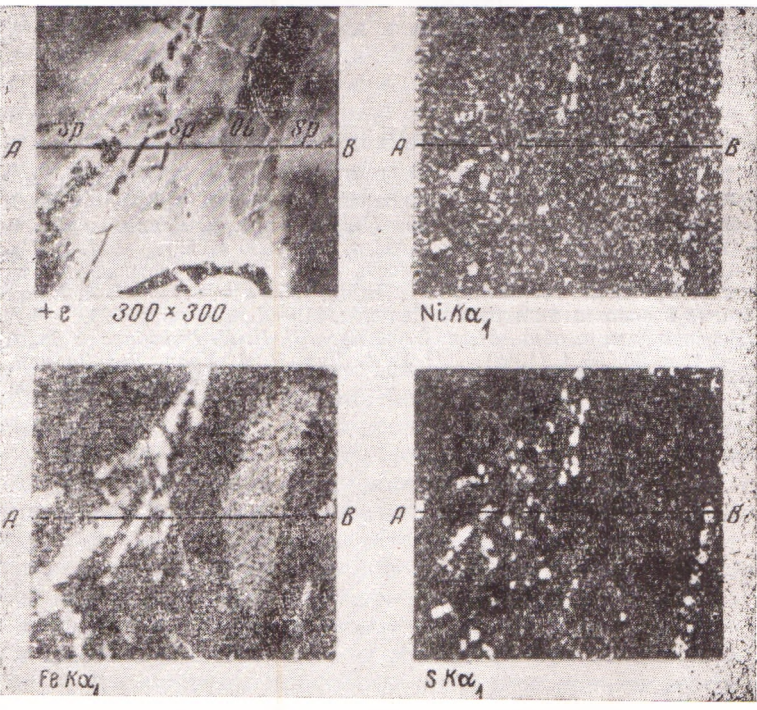
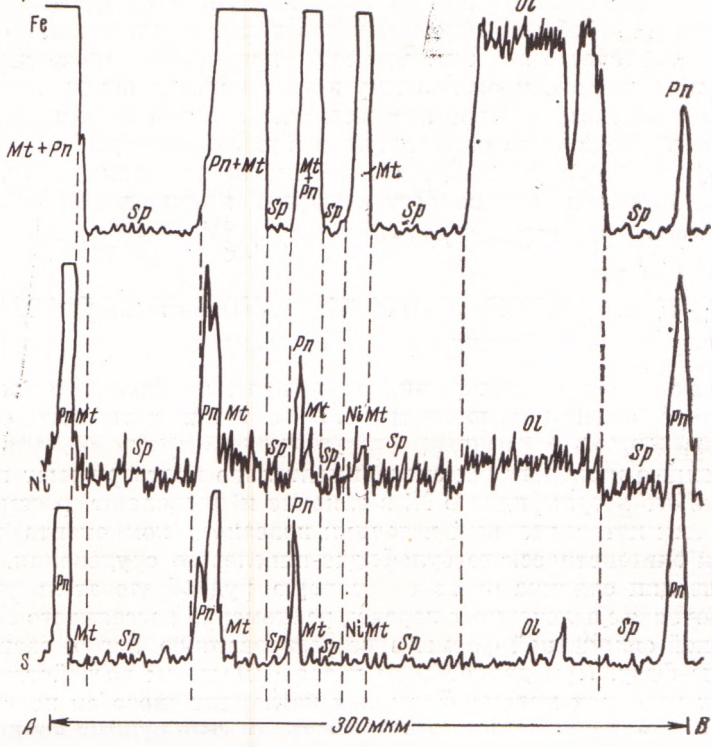
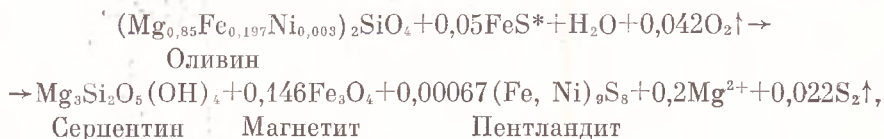


Рис. 2. Концентрационные кривые и сканограммы распределения Fe, Ni и S в продуктах дивергентного разложения оливина (Ol) — серпентине (Sp), магнетите (Mt) и пентландите (Pn)

во железо-никелевого состава, что обусловлено снижением изоморфной емкости решетки вторичного силиката. Негомогенность рудных продуктов распада оливина с обособлением самостоятельной сульфидно-никелевой фазы свидетельствует о подвижности серы при серпентинизации, фиксирующейся и по широко проявленному в этих породах окислению первичных сульфидов железа (пирротин → магнетит). Вытесняемая кислородом из железистых соединений сера вступает в избирательную связь с наиболее халькофильным элементом системы — никелем, извлекая его из решетки оливина. Обменная реакция, соответствующая принципиальной схеме



сходна с явлением сульфуризации, но в противоположность последней, очевидно, обусловлена повышением P_{O_2} , а не P_{S_2} в метасоматизирующих растворах.

Проведенные исследования экспериментально подтверждают присутствие рассеянного несulfидного Ni в оливине и позволяют рассматривать последний как потенциальный источник полезного компонента при возникновении эпигенетического сульфидно-никелевого оруденения. Процесс серпентинизации оливина несет отчетливую рудообразовательную функцию, обеспечивая извлечение и перевод равномерно рассеянного Ni из слабо подвижной силикатной формы в сегрегированную легко растворимую сульфидную фазу. При дальнейшем гидротермальном воздействии в благоприятных условиях метаморфогенный петландит способен переоткладываться в областях повышенного P_{S_2} и давать богатые рудные концентрации типа метасоматических «серых руд» Печенги.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

Поступило
26 VI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. H. Vogt, Geol., v. 18 (1923). ² М. Н. Годлевский, Геол. рудн. месторожд., № 2, 17 (1959). ³ И. И. Эдельштейн, Геохимия, № 7, 601 (1960). ⁴ Д. С. Штейнберг, И. А. Малахов, Геохимия, № 11, 982 (1963). ⁵ А. Д. Генкин и др., Геохимия, № 11, 1044 (1963). ⁶ В. В. Золотухин, ДАН, т. 162, 1390 (1955). ⁷ А. А. Предовский и др., Геологическое строение и рудоносность Кольского полуострова, Апатиты, 1968. ⁸ Э. Н. Елисеев, Проблемы геохимии, в. 1, Львов, 1959, стр. 6. ⁹ И. А. Елисеев и др., Ультраосновные и основные интрузии Печенги, М.—Л., 1964, стр. 321. ¹⁰ Е. Н. Егорова, Зап. Всесоюз. мин. общ., 67, в. 2 (1938). ¹¹ И. И. Гинзбург и др., Тр. Инст. геол. наук, ч. 1, в. 80, № 1 (1946). ¹² У. А. Дир, Р. А. Хуан, Дж. Зусман, Породообразующие минералы, т. 1, М., 1965, стр. 37. ¹³ Г. И. Горбунов, Сульфидно-никелевое оруденение Печенги, М., 1968.

* При 5% среднем содержании первичного пирротина в породе.