

М. М. ИЛЬВИЦКИЙ, Г. Н. РОМАНЕНКО

**МИКРОРЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ШПИНЕЛЬНЫХ ФАЗ
ИЗ СЕРПЕНТИНИТОВ И ИХ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ**

(Представлено академиком В. И. Смирновым 19 X 1971)

Серпентиниты и серпентинизированные альпинотипные гипербазиты характеризуются прожилковидными и тонкорассеянными выделениями магнетита, а также магнетитом, образующим оторочки и выполняющим трещины в зернах акцессорного хромшпинелида. Промежуточная между

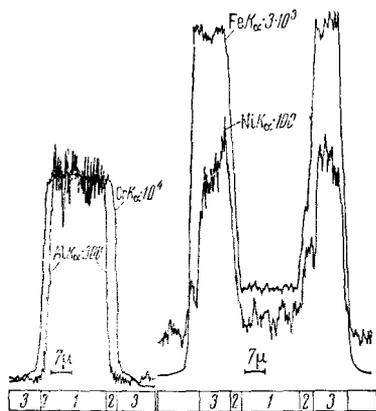


Рис. 1. Распределение Al, Cr, Fe и Ni по сечению через зональное зерно хромшпинелида. 1 — реликт хромшпинелида, 2 — ферритхромит, 3 — магнетит

рудобразующим хромшпинелидом и магнетитом фаза — ферроферрихромшпинелид установлена М. Желязковой-Панайотовой⁽⁵⁾ и отнесена ею к первичномагматическим образованиям. Методом микрорентгеноспектрального анализа в последнее время исследовались метаморфические изменения рудообразующего⁽¹⁷⁾ и акцессорного⁽¹¹⁾ хромшпинелида.

Касаясь проблемы никелевности гидротермальных магнетитов из серпентинитов, П. Рамдор⁽¹³⁾ признает возможность замещения в магнетите FeO на NiO. Сведения о никельсодержащих магнетитах из серпентинизированных ультраосновных пород приводятся в работах^(1, 3, 5-8, 14, 16, 18, 19).

Ранее проведенными исследованиями⁽⁶⁻⁸⁾ установлены некоторые особенности химического состава магнетитов различ-

ных генетических и петрографических типов ультрабазитов Приднепровья. Для магнетитов альпинотипных гипербазитов Приднепровья^(7, 8) характерен процесс перехода части двухвалентного железа в трехвалентное. Недостаток двухвалентного железа магнетита, особенно при серпентинизации, компенсируется магнием и (или) никелем и кобальтом. В соответствии с изменениями состава происходит уменьшение или увеличение элементарного куба магнетита.

Задачей настоящего исследования являлось изучение методом микрорентгеноспектрального анализа на приборе «Сатеса» распределения Fe, Cr, Al, Mg и Ni в различных шпинельных фазах, образующихся при метаморфизме акцессорного хромшпинелида, пылеватых и тонкопрожилковых выделений магнетита в процессе серпентинизации, а также в магнетитах тонкой фракции из зоны охр коры выветривания ультрабазитов Приднепровья.

Микрорентгеноспектральными исследованиями установлено (рис. 1 и 2), что при метаморфизме акцессорного хромшпинелида образуется оторочка никельсодержащего магнетита и промежуточная зона, содержащая только Fe и Cr (ферритхромит?). В центре зерна сохраняется реликт

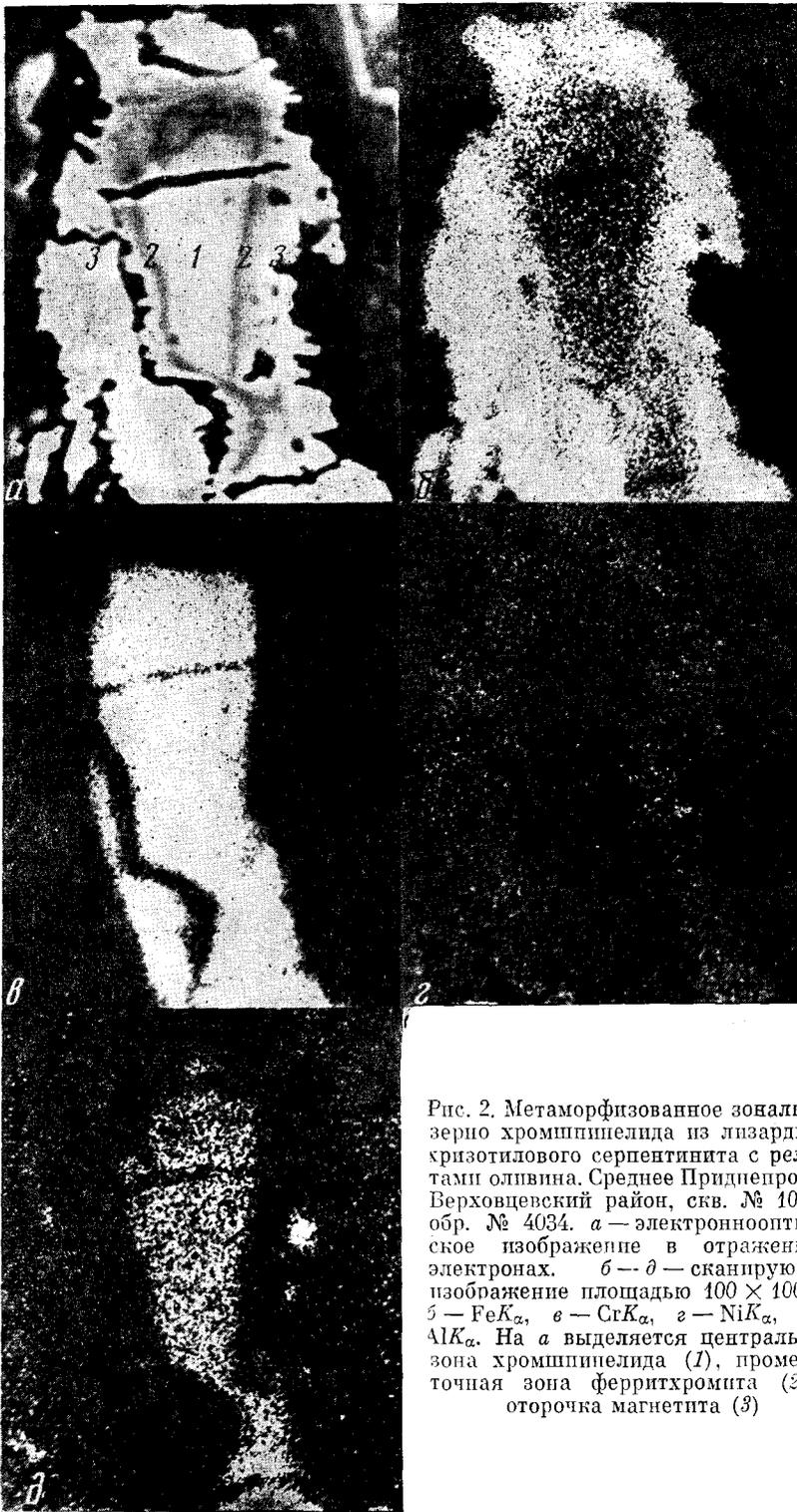


Рис. 2. Метаморфизованное зональное зерно хромшипеллида из лизардито-хризотилового серпентинита с реликтами оливина. Среднее Приднепровье. Верховцевский район, скв. № 10046, обр. № 4034. *a* — электроннооптическое изображение в отраженных электронах. *б* — *в* — сканирующее изображение площадью $100 \times 100 \mu$: *б* — FeK_{α} , *в* — SrK_{α} , *г* — NiK_{α} , *д* — AlK_{α} . На *a* выделяется центральная зона хромшипеллида (1), промежуточная зона ферритхромита (2) и оторочка магнетита (3)

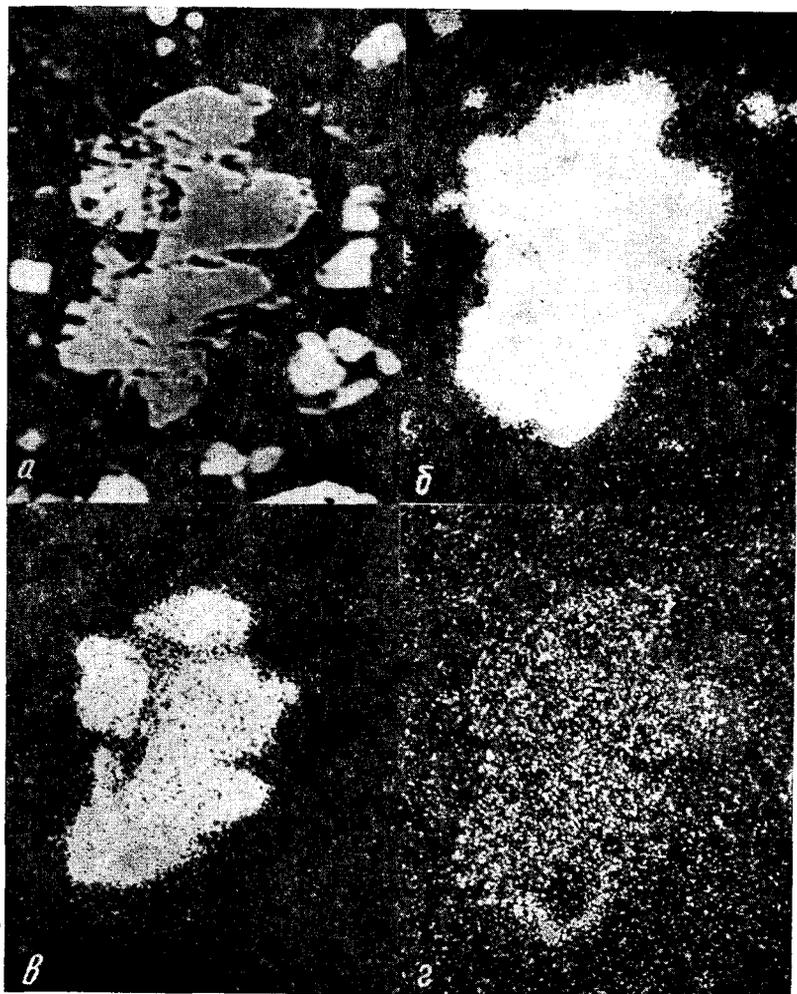


Рис. 3. Остаточный никеленосный магнетит из коры выветривания серпентинитов. Среднее Приднепровье, Сурский район, скв. № 8604. а — г — то же, что на рис. 2. В а наблюдается гематитовая оторочка вокруг магнетита

хромшпинелида. Al и Mg интенсивно выносятся при метаморфизме хромшпинелида, и их содержание в промежуточной зоне ниже чувствительности микроанализатора. Никеленосный магнетит, образующийся по ферритхромиту, содержит 0,9% никеля и почти не содержит Cr, Al и Mg. Пылеватый и тонкопрожилковатый магнетит, образующийся при серпентинизации оливина, по составу аналогичен никельсодержащему магнетиту из оторочек по хромшпинелиду на первых стадиях серпентинизации.

Микрорентгеноспектральными исследованиями устанавливается, что в процессе серпентинизации альпинотипных гипербазитов выделяется никельсодержащий магнетит в виде псевдоморфозы по хромшпинелиду, пылеватых образований при серпентинизации оливина и тонких прожилков в серпентините.

В коре выветривания серпентинитов часто содержится значительное количество (до 20—25%) никеленосного магнетита, отнесенного рядом авторов (⁴, ¹⁰, ¹⁵) к гипергенному образованию. И. И. Гинзбург (²) допускал возможность присутствия в коре выветривания как гипергенного, так и остаточного магнетита.

Комплексным изучением никельсодержащих магнетитов из серпентинизированных ультрабазитов и их коры выветривания доказано остаточное происхождение магнетита в коре выветривания и обогащение его никелем в процессе серпентинизации ультрабазитов (1, 6). Некоторые авторы (9), признавая остаточное происхождение основной массы магнетита в коре выветривания, предполагают обогащение его никелем в гипергенных условиях.

Для выяснения последнего обстоятельства нами предпринято изучение распределения никеля, а также железа и хрома в единичных зернах, результаты которого показали следующее. В пределах магнетитового зерна никель, содержание которого такое же, как и в магнетите из серпентинитов, а также железо и хром (рис. 3) распределены равномерно. Исключением составляют окисленная часть магнетита (гематит) и приуроченные к поверхности зерна мелкие (5—15 м) образования, фиксирующиеся часто при электроннооптических исследованиях в виде черной каймы. Изучение распределения никеля и железа по сечению зерна через зоны магнетита, гематита и черной каймы (рис. 4) показало, что содержание никеля в гематите по сравнению с магнетитом уменьшается.

Резкое увеличение содержания никеля отмечается в веществе черной каймы. Установлено, что никель здесь не связан с кремнием, серой, медью, алюминием и железом, исходя из чего можно предположить, что вещество каймы сложено соединением типа оксидов или гидрооксидов никеля.

Проведенные исследования показали, что при окислении никельсодержащего магнетита с образованием гематита никель выносится из последнего. Никеленосность остаточного магнетита в коре выветривания определяется содержанием никеля в его неокисленной части, а также концентрацией никеля в соединениях предположительно типа оксидов или гидрооксидов никеля, приуроченных к поверхности зерен окисленного магнетита в виде каймы или образующих отдельные мелкие скопления.

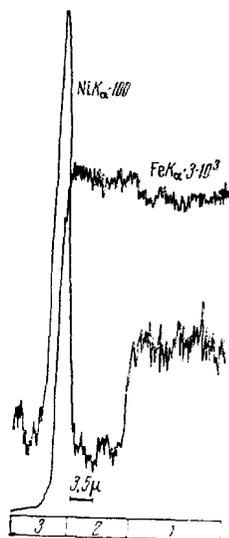


Рис. 4. Распределение Fe и Ni по сечению зерна магнетита (1), оторочки гематита (2) и никельсодержащего вещества черной каймы (3)

Научно-исследовательский институт геологии
Днепропетровского государственного университета

Поступило
14 X 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. В. Вторушин, Н. А. Журавлева, Минералы изверж. и метаморф. горн. пород Урала, Свердловск, 1970. 2 И. И. Гинзбург, Кора выветрив., 3 (1960). 3 И. И. Гинзбург, И. А. Рукавишников, Минералы древн. коры выветр. Урала, 1951. 4 А. Д. Додатко, Докл. АН УССР, № 10 (1964). 5 М. Д. Желязкова-Панайотова, Л. В. Ивчинова, Геол. рудн. месторожд., № 3 (1971). 6 М. М. Ильвицкий, Г. Н. Романенко, ДАН, 159, № 6 (1964). 7 М. М. Ильвицкий, Генетич. типы ультраосн. массивов Ср. Приднпровья и их полезн. ископ., автореф. кандидатской диссертации, М., 1968. 8 М. М. Ильвицкий, Геол. и рудоносн. юга Украины, Днепропетровск, 1968. 9 Н. Н. Куземкина, Никеленосн. коры выветр. Урала, М., 1970. 10 А. У. Литвиненко, Г. М. Дроздов, ДАН, 145, № 2 (1962). 11 И. А. Малахов, Е. П. Царицын, В. К. Муха, Ежегодн. ишт. геол. и геохимии Уральск. фил. АН СССР, 1971. 12 П. Рамдор, Рудн. минералы и их сростания, М., 1962. 13 П. Рамдор, Геол. рудн. месторожд., № 2 (1967). 14 В. О. Стульчиков, О. Б. Фомин, Докл. АН УССР, Б, № 6 (1970). 15 И. И. Эдельштейн, Кора выветр., 3, М., 1960. 16 И. И. Эдельштейн, Петрология гипербазитов Тоболо-Иргизского р-на Ю. Урала и особен. связ. с ними кор выветр., М., 1968. 17 М. Н. Вессон, E. D. Gackson, Am. Mineralogist, 54, 7—8 (1969). 18 A. P. Fawley, Rec. Geol. Surv. Tanganyika, 7 (1959). 19 E. R. Schmidt, F. H. Vermaas, Am. Mineralogist, 40, 5—6 (1955).