

А. И. Белковский, А. Р. Нестеров, С. В. Непримерова

МИНЕРАЛОГИЯ ШТУБАХИТОВ УФАЛЕЙСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО БЛОКА

A. I. BELKOVSKII, A. R. NESTEROV, S.V. NEPRIMEROVA.
MINERALOGY OF SHTUBAKHITES OF THE UFALEY
METAMORPHIC BLOCK

Minerals of the shtubakhites of the Ufaley metamorphic block on the Middle Urals are studied in detail. There are given analyses of fayalites, aluminochromites, antigorites, Fe-antigorites, carbonates, talc, Ni-pentlandites. The breaking of mixability in line antigorite - greenalite is established.

Штубахиты — оливиновые породы с автотематоморфическим антигоритом [6] — обнаружены на Среднем Урале по восточной периферии Уфалейского метаморфического блока [2]. В этом районе бескорневые тектонические пластины антигоритовых серпентинитов вмещают плитообразные тела ильменитовых эклогитов и линзы (0.2—0.3 x 1.0 м) хромитовых руд и залегают среди гранат-слюдяно-кварцевых blastsмилонитов [2]. В одной из таких пластин, практически нацело сложенной груборазлинзованными криптокристаллическими магнетит-антигоритовыми blastsмилонитами, обнаружены реликты (5 x 5 см) рудных оливинитов, замещаемых крупнопластинчатым антигоритом [3]. Такие образования относятся к штубахитам [6]. Пороодообразующий оливин штубахитов - форстерит с железистостью 7.3 мол % — содержит примесь никеля (табл. 1). Рудный минерал в штубахитах и линзовидных телах представлен цинксодержащим железистым алюмохромитом (мас. %): TiO_2 0.00; Cr_2O_3 50.84; Al_2O_3 12.22; FeO 30.16; MnO 0.24; MgO 5.38; ZnO 1.18; сумма 100.02; микроанализатор EDAX—9100). Состав изученного хромшпинелида близок к беститанистым разностям алюмохромитов Хойлинского рудопоявления на Полярном Урале [1]. Алюмохромит замещается хроммагнетитом и магнетитом. В

Таблица 1
Химические анализы (мас. %), оптические и рентгеновские константы (Å) форстеритов из рудных оливинитов

Компоненты	283	283-1	283-2	113	113-1
SiO ₂	41.24	41.69	40.84	44.41	41.26
FeO	7.31	7.38	7.25	7.05	6.55
MnO	0.09	0.11	0.09	0.19	0.17
MgO	51.13	50.67	50.73	51.76	51.98
NiO	0.29	0.20	0.23	0.23	0.20
Сумма	100.06	100.05	99.14	100.64	100.16
f	7.4	7.5	7.4	7.1	6.6
n _g	1.687	1.687	1.688	1.687	1.680
n _p	1.652	1.652	1.652	1.652	1.646
n _g -n _p	0.035	0.035	0.036	0.035	0.034
+2V	87	86	87	87	88
a ₀	4.756	н.опр.	н.опр.	4.756	4.765
b ₀	10.220	"-	"-	10.220	10.205
c ₀	5.991	"-	"-	5.976	5.993

Примечание. Все анализы минералов выполнены на микроанализаторе EDAX-9100 (Санкт-Петербургский университет, аналитик А. Р. Нестеров); показатели преломления определены С. В. Непримеровой в иммерсионных жидкостях методом фокального экранирования с точностью ± 0.002; параметры элементарной ячейки определены на рентгendifрактометре ДРОН-2 С. В. Непримеровой на кафедре кристаллографии Санкт-Петербургского университета.

Таблица 2
Химические анализы (мас. %), оптические свойства и рентгеновские константы (Å) антигоритов из штубахитов, серпентинитов по ним и тальк-карбонатных пород

Компоненты	113-1	283	274	274-1	298	298-1
SiO ₂	43.58	44.12	42.42	42.59	44.07	43.03
Al ₂ O ₃	1.34	1.52	3.56	2.93	0.68	1.95
Cr ₂ O ₃	0.44	0.24	0.12	0.24	0.26	0.26
FeO	1.79	2.38	1.94	2.00	6.48	6.77
MgO	39.11	38.98	38.61	38.57	36.15	36.43
NiO	0.14	0.10	0.12	0.12	0.09	0.18
Сумма	86.40	87.34	86.77	86.45	87.73	88.62
f	2.5	3.3	2.7	2.8	9.1	9.4
n _g	1.563	1.560	1.561	1.565	1.578	1.578
n _p	1.555	1.553	1.555	1.558	1.571	1.571
a ₀	43.42	43.45	43.44	н.опр.	43.60	43.62
b ₀	9.250	9.275	9.253	"-	9.481	9.460
c ₀	7.261	7.255	7.263	"-	7.229	7.232
β	91°20'	91°25'	91°23'	"-	91°31'	91°35'

Примечание. Анализы антигоритов: 113 и 283 — бесцветный крупнопластинчатый из штубахитов; 274 и 274-1 — сноповидный

из магнетит-антигоритовых серпентинитов (274) и микро-чешуйчатый из бластомилонитов по серпентинитам (274-1); 298 и 298-1 — зеленый крупнопластинчатый из контактной зоны эклогитов с грубообразлинованными магнетит-антигоритовыми бластомилонитами. Анализы выполнены на микроанализаторе EDAX-9100 (Санкт-Петербургский университет, аналитик А. Р. Нестеров); показатели преломления определены С. В. Непримеровой в иммерсионных жидкостях под микроскопом; параметры элементарной ячейки определены на рентгendifрактометре ДРОН-2 С. В. Непримеровой на кафедре кристаллографии Санкт-Петербургского университета.

хромите иногда сохраняются каплевидные вроски (1 x 5 и до 3 x 8 мм) никелистого пентландита (мас. %): Fe 22.65; Ni 32.92; Co 0.10; Cr 1.94; S 35.49; сумма 100.00; $(\text{Fe}_{3.24}\text{Ni}_{5.42}\text{Cr}_{0.26})_{8.92}\text{S}_{8.81}$; сумма 100.00; микроанализатор EDAX—9100 [4].

В пределах изученной пластины железистый алюмохромит практически нацело замещен хроммагнетитом (мас. %): Cr_2O_3 13.99; Al_2O_3 0.93; FeO 82.42; MnO 0.10; MgO 2.65; ZnO 0.00; сумма 100.09 [4]. Форстерит штубахитов по спайности также замещается бесцветным крупнопластинчатым и игольчатым серпентином, при этом образуются характерные сетчатые микроструктуры. Химический состав, оптические свойства, кривые ДТА и рентгеновские константы позволяют отнести его к антигориту с обычной для этого минерала железистостью $f=2.5-3.3$ мол. % (табл. 2). Характерные микропримеси его — хром и никель. Определенные значения параметра b изученных нами образцов (см. табл. 2) хорошо согласуются с величиной общей железистости f , рассчитанной по данным микрозондовых анализов (рис. 1). Замещение форстерита ($f=6.6-7.5$ мол. %) антигоритом ($f=2.5-3.3$ мол. %) сопровождается выделением в последнем больших количеств магнетита — до 8 об. %. В штубахитах также отмечается присутствие магнезита стехиометрического состава.

В результате тектонической переработки и автометаморфизма по штубахитам образуются грубообразлинованные криптокристаллические магнетит-антигоритовые бластомилониты, в которых породообразующий минерал представлен спутанноволокнистым бесцветным антигоритом с $f=2.8$ мол. % (см. табл. 2, обр. 274-1).

Резко отличным оказался минеральный состав ультраосновных пород в зоне эндоконтакта эклогитов с криптокристаллическими магнетит-антигоритовыми бластоми-

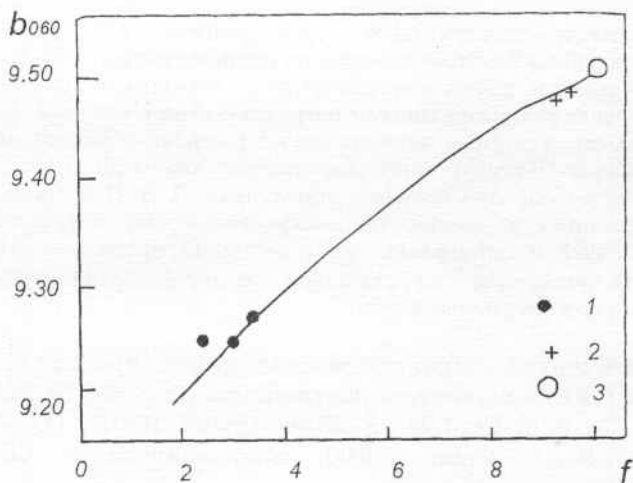


Рис. 1. Диаграмма зависимости параметра b_{060} (Å) от железистости f (мол. %) антигорита. Антигориты из: 1—2 — штабахитов, серпентинитов по ним (1) и зоны контакта магнетит-антигоритовых blastsмилонитов с эклогитами (2); 3 — серпентинитов Антигорию [14].

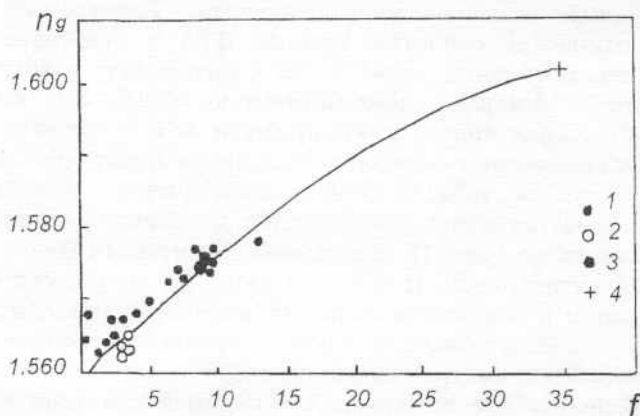


Таблица 3

Химические анализы (мас. %), оптические и рентгеновские константы (Å) магнезита, брейнерита и талька из штубахитов и тальк-карбонатных пород

Компоне- нты	283	134(1)	134(2)	134(3)
SiO ₂	0.00	0.00	63.58	63.95
FeO	1.55	8.27	1.48	1.60
MgO	45.20	40.56	30.34	29.95
MnO	0.27	0.31	0.00	0.00
CaO	0.10	0.42	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.11	0.15
CO ₂	52.51	51.17	0.10	0.00
Сумма	99.63	100.73	95.61	95.65
CaCO ₃	0.0	0.7		
MgCO ₃	97.8	88.8		
FeCO ₃	1.9	10.1		
MnCO ₃	0.3	0.4		
n _e	1.704	1.720		
n _m			1.593	1.593
n _o	1.512	1.515		
a _o	4.639	4.669	5.292	5.297
b _o			9.171	9.174
c _o	15.080	15.180	18.948	18.950
β		99°50'		99°46'

Примечание. 283 - магнезит из штубахитов; 134 (1) - брейнерит и 134 (2, 3) - тальк из тальк-карбонатных пород по магнетит-антигоритовым blastsмилонитам.

лонитами. Контактная зона (1.5 x 2.0 м) представлена темнозелеными исключительно вязкими породами, сложенными крупнопластинчатым (0.1—0.2 x 1.0 мм) железистым антигоритом и магнетитом. Рентгеновские константы изученных образцов (см. табл. 2, обр. 294 и 294-1) близки к параметрам антигорита из долины Антигорио в Италии (см. рис. 1), где собственно и был обнаружен этот минеральный вид [14]. Подошва изученной пластины сложена гигантокристаллическими тальк-брейнеритовыми породами, состоящими из светло-желтого и желтого брейнерита (80—90 об. %) и бледно-зеленого талька (10—20 об. %). Крупные (до 20 x 20 см) монокристалльные зерна брейнерита находятся в мелкочешуйчатой тальковой массе (табл. 3). Карбонат в этих породах по составу и оптическим свойствам близок к железистому магнезиту из месторождения Яссинг в Штирии, Австрия [15]. По имеющимся литературным данным

железистость антигорита в штубахитах Кузнецкого Алатау, Восточной Тувы, Полярного и Среднего Урала колеблется от 0.5 до 6.6 мол. % и в среднем составляет 4 мол. % [5—12]. Антигориты с $f=7-8$ мол. % обнаружены в виде мономинеральных жил в серпентинитах Сарановского массива на западном склоне Урала [7], контактных породах Полевского района на Среднем Урале [10] и в серпентинитах массива Киерджибор на Кольском полуострове [8]. Большинство изученных образцов содержит тонкораспыленный магнетит, который обычными методами обогащения удалить не удастся [8, 10]. На примере уфалейских контактных пород (см. табл. 2, анализ 298) установлена равновесная ассоциация железистого антигорита с $f=9.1-9.4$ мол. % с магнетитом. Становится очевидным, что железистость антигорита, равновесного с магнетитом, не должна превышать 10 мол. %. Сделанный нами вывод хорошо подтверждается диаграммой $n_g - f$ (мол. %), ранее составленной для антигоритов [12]. Собственно в области железистости 10 мол. % нами установлен разрыв смесимости ряда антигорит $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$ — гриналит $Fe_3[Si_2O_5](OH)_4$. Ферроантигорит (дженкенсит) из магнетитовых пород рудника О'Нейл в США [13] — $(Mg_{1.94} Fe_{0.92} Mn_{0.011})_{2.97}$ — в действительности представляет собой не антигорит, а скорее, лизардит, так как он имеет малый угол оптических осей [10].

В заключение следует отметить следующее. Установление в уфалейском эклогит-сланцевом мегамеланже пород альпинотипной формации указывает гетерогенность ультрабазитов, входящих в состав высокобарических комплексов.

Авторы пользуются случаем выразить благодарность А. С. Варлакову за ряд полезных советов, использованных при написании настоящей статьи.

Литература

1. Алимов В. Ю., Вахрушева Н. В. О составе аксессуарных хромшпинелидов из оливин-антигоритовых пород // Ежегодник Института геологии и геохимии УНЦ АН СССР. 1986, с. 89—92.

2. Белковский А. И. Симплектит-эклогиты Среднего Урала. Свердловск.: УрО АН СССР. 190 С.
3. Белковский А. И., Нестеров А. Р. О типоморфизме химического состава хромшпинелидов штубахитов (войкаритов) // В кн.: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тюмень.: 1991, С. 77—78.
4. Белковский А. И., Нестеров А. Р. Никелистый пентландит из хромитовых руд Среднего Урала // В кн.: Минералы и минеральное сырье Урала. Екатеринбург.: 1992, УрО РАН. С. 125—126.
5. Богданов Г. В., Егоров К. А., Лашкевич В. В. Минералого-геохимическая направленность процесса серпентинизации гипербазитов массива Ехе-Шигна (Восточный Саян) // В кн.: Геохимические типы и рудоносность базит-гипербазитов гранулит-гнейсовых комплексов, зеленокаменных поясов, офиолитов. Иркутск.: СО АН СССР, 1990, С. 241—245.
6. Варлаков А. С. Петрология процессов серпентинизации гипербазитов складчатых областей. Свердловск.: УНЦ АН СССР, 1986. 194 с.
7. Варлаков А. С., Иванов О. К., Матвеев С. И. Жильный антигорит из Сарановского массива на Урале // Зап. Всесоюзн. минерал. о-ва, 1970, т. 99, вып. 5, С. 584—546.
8. Корнилов Н. А. К минералогии серпентинов // Зап. Всесоюзн. минерал. о-ва, 1961, т. 90, № 5. С. 535—548.
9. Меляховецкий А. А. Метаморфизм гипербазитов Восточной Тувы. Новосибирск, Наука СО, 1982. 136 с.
10. Минералы. Справочник, т. 4, вып. 1. Слоистые силикаты. С. 126—162.
11. Савельева Г. Н. Альпинотипные гипербазиты Войкаро-Сыньинского массива // В кн.: Генезис ультрабазитов и связанного с ними оруденения. Свердловск.: УНЦ АН СССР, 1977. С. 3—57.
12. Штейнберг Д. С., Чащухин И. С. Серпентинизация ультрабазитов. М.: Наука, 1977. 310 с.
13. Clifford E. Ferroan antigorite (jenkinsite) // Amer. Miner., 1962, vol. 47, № 5—6, p. 783—785.
14. Selfridge G. G. An X-ray and optical investigation of the serpentine minerals // Amer. Miner., 1936, vol. 21, № 8. P. 84—88.

15. *Schoklitsch* K. Beitrag zur Physiographi Steirischer Karbonspaten (Gitterkonstanten, physikalische Angaben und chemische Zusammensetzung) // *Zeit. Krist.*, 1935, Bd. 90, S. 433—438.