

**К МИНЕРАЛОГИИ ИЛЬМЕНИТ-ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД
КУСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХЕГБОМИТ, ШПИТЕЛЬ)**

Т.Д. Бочарникова, С.В. Прибавкин, В.В. Холоднов, Л.К. Воронина

Хегбомит – относительно редкий минерал. Он найден в титаномагнетитовых рудах Швеции, Индии, Танзании, в полях регионального метаморфизма высоких ступеней Австралии, Швеции, Канады, Гренландии, Ю. Афри-

ки, Индии, а также зонах контактового метаморфизма пара- и ортопород Африки, Китая, Швейцарии, Турции, Южного Урала. Сводка о распространении хегбомита приведена в работе Е.У. Петерсона [Peterson et al., 1989]. На

Урале хегбомит отмечен в нескольких месторождениях, в том числе Кусинско-Копанской группе титаномагнетитовых месторождений [Молева, Мясников, 1952; Карпова, 1974]. Существует несколько точек зрения на генезис хегбомита. Одни исследователи полагают, что это минерал – продукт метаморфизма амфиболитовой и гранулитовой фации [Woodford and Wilson, 1976; Wilson, 1977; Coolen, 1981 и др.], другие полагают, что хегбомит образуется при окислении первичной шпинели добавлением H_2O , Ti, Al [Leake, 1965; Appel, 1986 и др.].

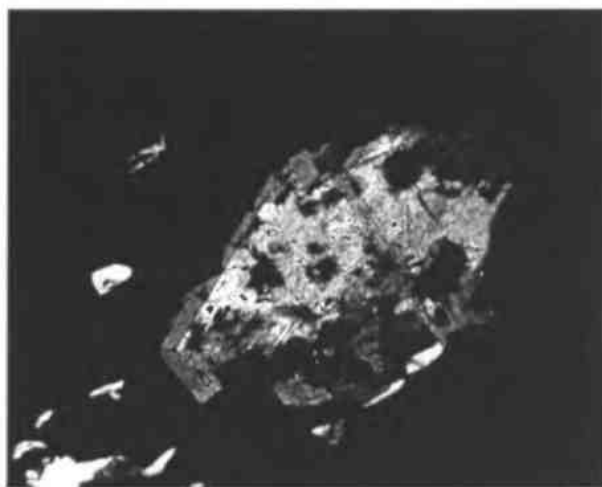
Ранее нами был изучен химический состав хегбомита из рудной залежи центральной части разреза Кусинской интрузии и условия его образования [Бочарникова и др., 2003]. В этой же работе было показано, что хегбомит является первичным, позднемагматическим минералом ($T = 600^\circ$, $P = 6-7$ кбар) и его формирование не связано с процессами регионального метаморфизма.

Изучение рудных тел по всему разрезу Кусинской интрузии показало, что в рудах месторождения хегбомит распространен достаточно широко, а его распределение весьма неравномерно. На одних участках содержание хегбомита может составлять 5-7 %, на других отмечаются лишь единичные зерна, либо он отсутствует совсем. Хегбомит образует идиоморфные кристаллы гексагонального облика, зерна неправильной формы, скелетные кристаллы. В одних случаях хегбомит располагается между зернами ильменита и магнетита, в других ассоциирует с интерстициальным хлоритом (Al-клинохлором), где имеет четкую кристаллографическую огранку. Иногда можно наблюдать тесную ассоциацию хегбомита со шпинелью, в которой первый располагается в краевых частях шпинели, образуя самостоятельные кристаллы (рис.1). Размер выделений хегбомита в среднем составляет 0,2-0,5 мм. Часто можно наблюдать простые и полисинтетические двойники. Оптически минерал одноосный, отрицательный, обладающий плеохроизмом в бурых

тонах (по Nr – светло-бурый, по Ng – темно-бурый), двупреломление = 0,038. Спайность – совершенная в одном направлении по (001). Данные рентгеноструктурного анализа указывают на близкое соответствие с полиморфной модификацией хегбомита-8Н. Главные линии на рентгенограмме: 2.43(100), 1.432(20), 2.61(20), 1,558(20), 2.88(20), 1.602(20), 2.07(15), 2.95(15), 1.47(15). К сожалению, из литературного обзора пока не ясно, существует ли зависимость между политипией и P-T-параметрами кристаллизации этого минерала. Химический состав хегбомита из различных рудных тел в разрезе Кусинского массива приведен в таблице. Отметим, что данные составы, с учетом вероятной доли трехвалентного железа, хорошо рассчитываются на кристаллохимическую формулу $T_6M_{16}O_{30}(OH)_2$ – хегбомита-8Н, где позиция Т – Fe^{2+} , Mg, Zn; М – Al, Ti, Cr, Fe^{3+} и отвечают магнезио- и феррохегбомиту.

Изученные нами хегбомит и шпинель (герцинит) из различных рудных тел в разрезе Кусинской интрузии показывают существование некоторых закономерностей. Так, в краевых пластовых рудных телах (обр.Кс-22, Кс-224) и на юге месторождения в (обр.Кс-95, Кс-98) присутствует, главным образом, хегбомит, тогда как количество шпинели весьма незначительно, или она практически отсутствует, при этом железистость хегбомита максимальна в краевых телах ($f=0,70-0,79$), в центре интрузии она значительно ниже ($f=0,46-0,55$). Рост железистости хегбомита сопровождается увеличением в нем концентрации титана и цинка (рис.2). Максимально цинкистый хегбомит ($ZnO - 4,7\%$), встречен в рудном теле со стороны западного контакта. Распространение шпинели в рудах месторождения неравномерно. Максимальное содержа-

Рис. 1. Зеленая шпинель (светло-серое), окруженная кристаллами хегбомита (темно-серое) среди ильменита и магнетита. Белые участки – хлорит.



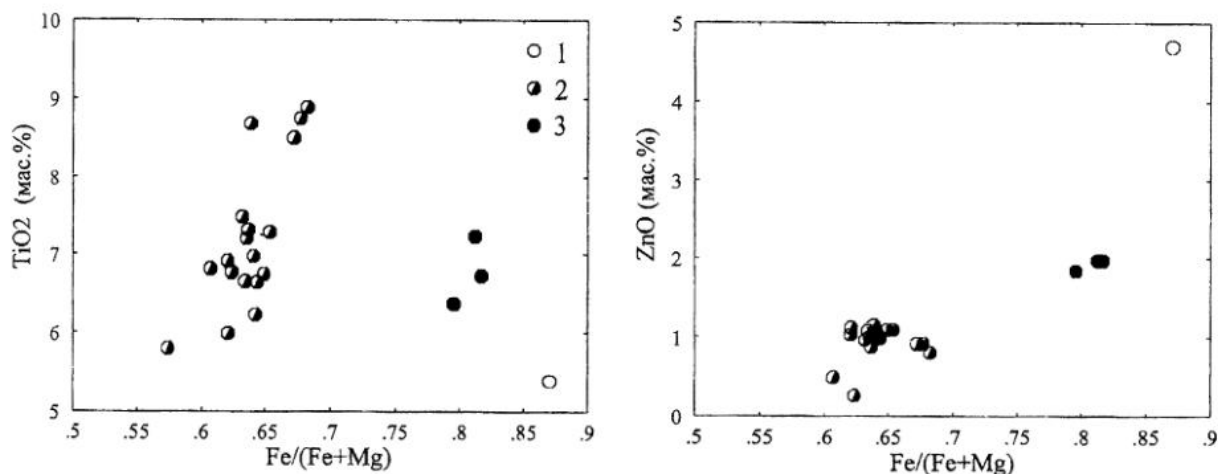


Рис. 2. Соотношение железистости с количеством титана и цинка в хёгбомитах из ильменит-титаномagnetитовых руд в разрезе Кусинской интрузии.

1 – рудное тело у западного контакта интрузии (подошва), 2 – рудное тело из центральной части интрузии, 3 – рудное тело у восточного контакта интрузии (кровля).

Химический состав хёгбомита и герцинита из руд Кусинского месторождения

№	Образец	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MgO	ZnO	Сумма	Fe/(Fe+Mg)
1	кс-224 х	5,39	57,20	2,05	25,87	3,85	4,70	99,06	0,79
2	кс-67 ш	0,00	67,15	0,33	4,76	25,20	3,05	100,49	0,10
3	кс-67 ш	0,00	65,53	1,51	14,83	16,05	1,77	99,69	0,34
4	кс-67 ш	0,00	66,93	0,24	13,70	16,96	1,73	99,56	0,31
5	кс-67 ш	0,74	64,97	0,88	13,21	17,41	1,70	98,91	0,30
6	кс-95 х	7,31	58,03	1,74	19,74	11,27	0,88	98,97	0,50
7	кс-95 х	8,50	55,16	3,00	21,17	10,32	0,91	99,06	0,54
8	кс-95 х	6,65	57,84	1,88	20,07	11,58	1,08	99,10	0,49
9	кс-95 х	6,23	57,96	3,32	20,76	11,57	1,03	100,87	0,50
10	кс-95 х	8,89	54,37	2,35	22,28	10,37	0,80	99,06	0,55
11	кс-95 х	8,75	52,37	3,67	22,27	10,61	0,91	98,58	0,54
12	кс-95 х	5,99	61,89	1,59	18,61	11,37	1,12	100,57	0,48
13	кс-98 х	7,48	59,97	1,53	19,11	11,13	0,96	100,18	0,49
14	кс-98 х	7,20	60,38	1,56	19,36	11,11	1,00	100,61	0,49
15	кс-98 х	6,97	58,88	2,35	19,57	10,97	1,08	99,82	0,50
16	кс-98 х	6,74	59,34	2,64	19,99	10,82	1,09	100,62	0,51
17	кс-98 ш	0,02	61,40	1,90	17,11	16,81	1,38	98,62	0,36
18	кс-98 х	6,81	58,18	1,63	19,50	12,63	0,49	99,24	0,46
19	кс-22 х	6,72	55,90	1,91	26,30	5,88	1,97	98,68	0,72
20	кс-22 х	7,23	57,38	2,00	24,87	5,75	1,97	99,20	0,71
21	кс-22 х	6,37	57,37	1,77	25,30	6,49	1,84	99,14	0,69
22	*х	5,08	61,46	1,04	17,75	13,07	1,12	99,52	0,43

Примечание. х – хёгбомит, ш – шпинель, * – анализ хёгбомита из габбро Кусинского массива [Молева, Мясников, 1952]. 1 – рудное тело у западного контакта интрузии (подошва); 2-5 – рудное тело из средней части разреза интрузии, центральная часть месторождения; 6-18 – рудное тело из средней части разреза интрузии, южный фланг месторождения; 19-21 – рудное тело у восточного контакта интрузии (кровля), северный фланг.

ние шпинели (7–10%) наблюдается в рудах из центральной части месторождения (пр. Кс-67). Шпинель тут характеризуется максимальным содержанием MgO и Al₂O₃, повышенным ZnO и обеднена Cr₂O₃ (табл.). На северном и южном фланге месторождения ее содержание значительно меньше, и она, как правило, ассоциирует с хегбомитом. При этом и шпинель и хегбомит образуют изолированные идиоморфные кристаллы, лишь изредка шпинель наблюдается в виде мелких включений в зерне хегбомита.

Составы зеленой шпинели и сосуществующего с ней хегбомита приведены в таблице (анализ 17, 18) (рис.1). Хегбомит содержит, по сравнению со шпинелью, меньше Cr и Zn. Такая же закономерность отмечена в работах [Giere, 1986; Rammlmair et al., 1988]. На основе изучения химического состава хегбомита и шпинели, их распределения в поперечном (запад-восток) и продольном (север – юг) разрезах Кусинской интрузии, можно предположить, что сегрегационные ильменит-титаномагнетитовые руды габбровой интрузии формировались в условиях различного режима летучих, кислорода и температуры. Полученные данные планируется дополнить в процессе дальнейшего изучения других рудных минеральных парагенезисов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 01-05-65214); НИИ-85.2003.5 и регионального проекта р2001 урчел-01-26.

Бочарникова Т.Д., Прибавкин С.В., Шагалов Е.С. и др. Новые данные о хегбомите Кусинского ильменит-титаномагнетитового месторождения на Ю.Урале // Уральская минералогическая школа-2002. Екатеринбург: УГГГА, 2003. С. 87-89.

Карпова О.В. Титаномагнетитовые руды Южного Урала. М.: «Наука», 1974. 152 с.

Молева В.А., Мясников В.С. О хегбомите и его разновидности цинкхегбомите // Докл. АН СССР. 1952. Т. 83. N. 5. С. 733-735.

Appel P.W.U. Gahnite in an Archean iron-formation, West Greenland // Mineral Mag. 1986. 50. P. 175-177.

Coolen J.M. Högbohmite and aluminium spinel from some metamorphic rocks and Fe-Ti ores // Neues Jahrb Mineral Monatsh. 1981. 8. P. 374-384.

Giere R. Zirconolite, allanite and högbohmite in a marble skarn from the Bergell contact aureole: implications for mobility of Ti, Zr and REE // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. 93. P. 459-470.

Leake B.E. A cordierite-rich magnetite-högbohmite-orthopyroxene hornfels from Currywongaun, Connemara, Ireland // Amer. Mineral. 1965. 50. P. 1092-1095.

Petersen E.U., Essene E.J., Peacor D.R., Marcotty L.A. The occurrence of högbohmite in high-grade metamorphic rocks // Contrib. Mineral. Petrol. 1989. 101. P. 350-360.

Rammlmair D., Mogessie A., Purtscheller F., Tessadri R. Högbohmite from the Vumba schist belt, Botswana // Amer. Mineral. 1988. V. 73. P. 651-656.

Wilson A.F. A zirconian högbohmite and some other högbohmities from the Strangways Range, Central Australia // Miner. Mag. 1977. 41. P. 337-344.

Woodford P.J., Wilson A.F. Sapphirine, högbohmite, kornerrupine and surinamite from aluminous granulite, north-eastern Strangways Range, Central Australia // Neues Jahrb Mineral Monatsh. 1976. 1. P. 15-35.