

БЕРТЬЕРИН – ГЛАВНЫЙ СИЛИКАТ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КМА

И. И. Никулин

ООО «Белгородская горнодобывающая компания», г. Белгород
308000 г. Белгород, Свято-Троицкий бульвар, 11

Поступила в редакцию 20 февраля 2013 г.

Аннотация. Шамозиты в богатых железных рудах КМА до исследований А. П. Никитиной с коллегами рассматривались как разновидности хлоритов. Изучение богатых железных руд тонкими аналитическими методами охарактеризовало шамозиты по их физико-химическим характеристикам как бертьерин. Бертьерин – Fe-Al минерал серпентиновой группы алюмосиликатов, обнаруженный в зонах коры выветривания железистых кварцитов КМА. Совместно встречается с хлоритом, сидеритом, шамозитом, кварцем и мартитом. Бертьерин идентифицирован по основному базальному рентгеновскому рефлексу 7,04–7,1 Å. Особенности развития бертьериновой минерализации в породе фиксировались непосредственно в керне, а затем наблюдались при помощи растровой электронной микроскопии. Сравнение вторичных минерализаций схожих месторождений позволило определить бертьерин, как главный силикат богатых железных руд КМА.

Ключевые слова: кора выветривания, бертьерин, шамозит, железная руда, гематит, мартит, магнетит, гётит.

Abstract. Chamosite, common in rich iron ores of the KMA to studies conducted by A.P. Nikitina and his colleagues were regarded as chlorite. Study the features of rich iron ore fine analytical methods allowed to allocate chamosite with physico-chemical characteristics of berthierine. Berthierine, a 7 Å Fe-Al member of the serpentine group, occurs in the weathering crust zones of ferruginous quartzites of the KMA, associated with chlorite, siderite, chamosite, quartz, martite. Berthierine has been identified by the lack of 7,04-7,1 Å basal reflection on X-ray powder diffraction patterns, and by its composition (electron-microprobe data). Petrographic and scanning electron microscopic (SEM) studies reveal different types of berthierine occurrences, including interlayers within and rims on deformed chlorite (chamosite), and discrete coarse grains. The spread of this mineral in iron ores widely across the field. This will determine how berthierine main silicate mineral of rich iron ore.

Key words: weathering crust, berthierine, chamosite, iron ore, hematite, martite, magnetite, goetite

Рассматривается вторичная минерализация богатых железных руд на нескольких месторождениях Белгородского района КМА: Гостищевского, Яковлевского и Большетроицкого. Основное внимание уделено диагностике хлоритоподобного минерала с серпентиновой структурой в рыхлых железорудных породах, развитых в коре выветривания железистых кварцитов.

Остаточные богатые железные руды (ОБЖР) являются конечными продуктами континентального выветривания железистых кварцитов и залегающих среди них прослоев железистых силикатных сланцев. ОБЖР часто наследуют характерные черты текстуры и минерального состава исходных материнских пород. Внешне эти руды представля-

ют собой массивные, однородные, реже тонкопелосчатые, еще реже сланцеватые, слабомагнитные, мелко- и тонкозернистые минеральные агрегаты тёмно-синей, красновато-бурой и зеленоватой окраски.

Главными рудообразующими минералами являются (по Русиневичу И.А. [1]): мартит, магнетит (редко), железная слюдка, карбонаты (сидерит и кальцит), тонкочешуйчатые гематит и гидрогематит, гидрогётит, остаточный хлорит типа шамозита. Помимо их, в подчинённом количестве могут присутствовать: метаморфический магнетит, мушкетовит (по мартиту и железной слюдке), гётит и инфильтрационный хлорит с каолининовой структурой, которые могут принимать в некоторых типах руд существенное участие. Всегда в небольшом количестве или в виде примеси присутствуют: гидротермальный гематит, кварц, каолинит, бёмит,

гиббсит, инфильтрационный магнетит, пирит, марказит, в виде единичных зёрен галенит и халькопирит.

Проблематика классификации бертьерина (шамозита)

Шамозиты, распространённые в богатых железных рудах до исследований, проведенных А. П. Никитиной с коллегами [2, 3], рассматривались как хлориты. На основании рентгенографических и электронографических исследований А. П. Никитиной выяснено, что шамозиты КМА – не хлориты, а железо-алюминиевые слоистые силикаты со структурой серпентинового типа 1:1, дающие серию базальных отражений, кратных $d_{001} \approx 7 \text{ \AA}$. В 1980 г. согласно решению Международной номенклатурной комиссии при IUPAC [10] за 7 \AA шамозитом утверждено название «бертьерин» $((\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$ в отличие от 14 \AA шамозита, который отнесён к хлоритам.

В настоящее время по международной классификации [11] номенклатурное название бертьерина минерала является синонимом K-type Chamosite.

Методика работ

Вещественный состав богатых руд систематически изучен от слабо измененных и редко маргитизированных кварцитов до перекрывающих залежь железорудных осадочных брекчиевидных галечников визейского времени. Они исследовались прецизионными методами:

– электронная микроскопия проводилась на растровом электронном микроскопе Jeol 6380 LV и SUPRA 50 VP. Для получения изображений использовался детектор вторичных электронов. Определение состава минералов в шлифах проводилось при помощи энерго-дисперсионного анализатора Inka-250;

– рентгеновская дифрактометрия проводилась на рентгеновских дифрактометрах Shimadzu и Siemens D-500 с использованием Co K -альфа излучения. Химический состав отдельных образцов определялся на X-Ray масс-спектрометр PW 2400 Philips и спектрометре последовательного действия Axios производства компании PANalytical (Нидерланды);

– рентгенографический анализы проводились с использованием:

– дифрактометра ARL X'TRA (Co K -альфа излучение);

– дифрактометра Rigaku Ultima IV ($\text{CuK}\alpha$, $\text{K}\beta$ фильтр – Ni) с однокоординатным полупроводниковым детектором D/TeX;

– локальный рентгено-спектральный анализ элементного состава (микрозонд) проводился с помощью системы OXFORD INS. Локальность определения анализа составляла 2–5 μm . Измерения осуществлялись в разных точках образца.

Полученные данные сравнивались с характеристиками минералов предшествующих исследователей на других аналогичных месторождениях.

Характерные черты бертьеринизации ОБЖР КМА

Большетроицкое месторождение. Западный участок

Участок ОБЖР расположен в юго-западной части Белгородского рудного района и относится к Прохоровско-Большетроицкой рудной зоне [4]. Залежи богатых железных руд на месторождении приурочены исключительно к зонам окисления «голов» кварцитов и на значительных понижениях последних не встречаются.

Железорудная кора выветривания захоронена под палеоген-каменноугольным осадочным чехлом мощностью 425–510 м. В основании нижнекаменноугольных отложений почти повсеместно, особенно в понижениях древнего рельефа, прослеживаются переотложенные богатые железные руды мощностью от 0 до 20 м. Во многих случаях под ними залегают выветрелые надрудные сланцы K_4 , частично преобразованные в бокситы и железоглиноземистые руды мощностью до 60–70 м. Известно, что образования довизейских кор выветривания являются наиболее мощными в пределах Воронежской антеклизы [5]. Мощность большетроицкой коры варьирует от 80 м до 300 м на железистых кварцитах и до 50–70 м – на сланцах, по которым локально образовывались бокситы.

Рыхлые ОБЖР залегают в тех же условиях, что и скальные (сильно сцементированные). Второстепенными минералами на Большетроицком месторождении являются: бертьерин, шамозит, апатит, кварц, слюды.

В зоне коры выветривания железистых кварцитов *бертьерин* распространен повсеместно. По результатам рентгенографического анализа 50 образцов Большетроицкого месторождения бертьерин представлен двумя своими разновидностями 1Н и 1М [6]. Этот минерал уверенно идентифицируется на рентгеновских дифрактограммах по рефлексам $d_{001} \approx 7,105\text{--}7,04 \text{ \AA}$ и $d_{002} \approx 3,547\text{--}3,53 \text{ \AA}$ (рис. 1). Помимо бертьерина встречаются бертьерин-шамозитовые смешанослойные разновидности, у которых значения рефлексов на дифракто-

раммах несколько выше – $d_{001} \approx 7,17-7,11 \text{ \AA}$ и d_{002} с межплоскостным расстоянием $3,577-3,551 \text{ \AA}$ (табл. 1). В состав этих минеральных образований не

входят K_2O , Na_2O и CaO . Соотношение слоёв весьма устойчиво [12] и очень редко меняется в узких пределах.

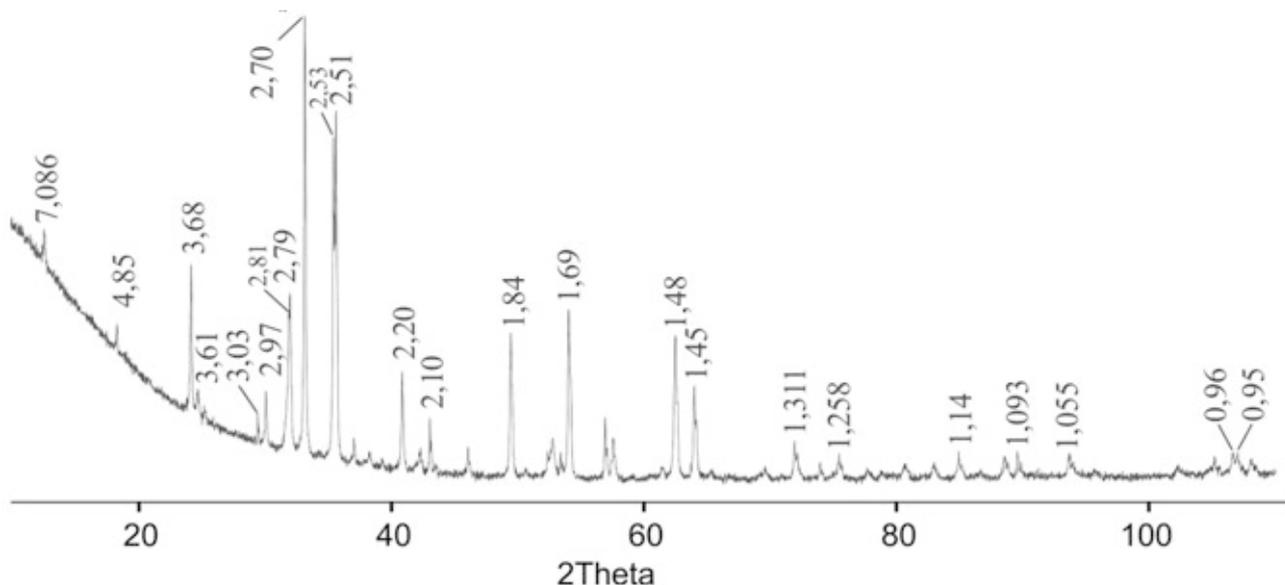


Рис. 1. Рентгенографические рефлексы бертьерина в гематитовых рудах Большетроицкого месторождения. Гематит в смеси с магнетитом и карбонатами и бертьерином, скв. 1р гл. 481,3 м

Таблица 1

Характеристика X-Ray рефлексов из нескольких образцов

Образец	Тип ОБЖР	№ реф-лекса	2-theta(deg)	d(ang.)	Rel. height(a.u.)	Phase name
Скв. 1р, глуб. 526,0 м	Прослой скальный (6,5 м) на карбонатном цементе с бурыми слоями	1	12,527(18)	7,060(10)	3,78	Berthierine-1H(0,0,1)
		6	24,75(18)	3,59(2)	1,08	Berthierine-1H(1,0,1),silicon dioxide(1,0,1)
		7	25,17(3)	3,535(4)	1,53	Berthierine-1H(0,0,2)
		12	33,1362(16)	2,70127(12)	67,53	Hematite(1,0,4),Berthierine-1H(1,1,0)
		14	35,6144(17)	2,51878(12)	55,37	Hematite(1,1,0),Berthierine-1H(1,1,1)
		38	59,1(4)	1,562(10)	0,47	Hematite(2,1,1),Berthierine-1H(3,0,0),silicon dioxide(1,2,5)
		39	60,871(16)	1,5206(4)	3,11	Calcite, magnesium, syn(2,1,4),Berthierine-1H(3,0,1)
		44	62,73(3)	1,4799(7)	0,46	Berthierine-1H(1,1,4)
		45	63,7(10)	1,461(19)	0,56	Calcite, magnesium, syn(1,2,5),Berthierine-1H(3,0,2),silicon dioxide(2,2,2)
53	70,92(3)	1,3278(5)	0,88	Magnetite, syn(6,2,0),Berthierine-1H(2,2,1)		
Скв. 2р, глуб. 529,5, 0 м	Г/тем.-март.с карб. жёлтая п/рых-лая	1	12,39(3)	7,136(19)	4,48	Berthierine-1H(0,0,1)
		5	24,99(5)	3,560(7)	1,85	Berthierine-1H(0,0,2)
		8	33,1241(14)	2,70223(11)	100	Hematite, syn(1,0,4),Goethite(1,3,0),Berthierine-1H(1,1,0)
		11	35,579(2)	2,52118(15)	65,84	Hematite, syn(1,1,0),Goethite(1,0,1),Berthierine-1H(1,1,1)
		19	41,85(8)	2,157(4)	1,48	Berthierine-1H(1,1,2)
		26	51,48(2)	1,7738(7)	2,8	Goethite(1,4,1),Berthierine-1H(0,0,4)
		34	62,467(6)	1,48552(13)	25,98	Hematite, syn(2,1,4),Magnetite, syn(4,4,0),Berthierine-1H(1,1,4)
		37	65,67(6)	1,4207(12)	2	Goethite(1,1,2),Magnetite, syn(5,3,1),Berthierine-1H(3,0,2)

Образец	Тип ОБЖР	№ реф-лекса	2-theta(deg)	d(ang.)	Rel. height(a.u.)	Phase name
Скв. 5р, глуб. 568,8 м	бурая с синими прослоями	1	12,40(9)	7,13(5)	1,53	Berthierine-1H(0,0,1)
		6	33,112(2)	2,70319(16)	70,13	Hematite, syn(1,0,4),Berthierine-1H(1,1,0)
		7	35,398(4)	2,5337(3)	8,01	Magnetite, syn(3,1,1),Berthierine-1H(1,1,1)
		24	60,730(18)	1,5238(4)	1,83	Calcite(2,1,4),Berthierine-1H(3,0,1)
		26	62,400(3)	1,48695(7)	30,19	Hematite, syn(2,1,4),Magnetite, syn(4,4,0),Berthierine-1H(1,1,4)
		28	65,725(11)	1,4195(2)	4,01	Calcite(0,0,12),Magnetite, syn(5,3,1),Berthierine-1H(2,0,4)
7р-681,2		1	12,447(10)	7,106(6)	13,63	Berthierine-1H(0,0,1)
		4	25,09(2)	3,547(3)	5,81	Berthierine-1H(0,0,2)
		7	33,0899(16)	2,70495(13)	100	Hematite, syn(1,0,4),Berthierine-1H(1,1,0),Goethite(1,3,0)
		8	35,5637(17)	2,52225(11)	70,87	Hematite, syn(1,1,0),Berthierine-1H(1,1,1),Goethite(1,0,1)
		12	41,91(6)	2,154(3)	1,81	Berthierine-1H(1,1,2)
		16	51,37(10)	1,777(3)	0,93	Berthierine-1H(0,0,4),Goethite(1,4,1)
		19	58,97(5)	1,5649(13)	1,88	Berthierine-1H(3,0,0),Goethite(1,6,0)
		20	60,62(7)	1,5262(15)	1,06	Quartz, syn(2,1,1),Berthierine-1H(3,0,1),Goethite(3,1,0),Calcite, syn(2,1,4)
		21	62,390(3)	1,48716(7)	30,35	Hematite, syn(2,1,4),Berthierine-1H(1,1,4)
		23	65,93(8)	1,4156(15)	0,47	Hematite, syn(1,2,5),Berthierine-1H(2,0,4),Goethite(1,1,2),Calcite, syn(0,0,12)
		26	70,69(5)	1,3315(7)	0,83	Berthierine-1H(2,2,1)

У бертьерин-шамозитов с количеством слоев бертьерина в решетке 22–35 % самый высокий коэффициент отношения $Fe/(Fe + Mg) = 0,808–0,864$, тогда как у единичных образцов с <8 % бертьериновых слоёв коэффициент отношения ниже – $Fe/(Fe + Mg) = 0,70–0,75$.

Химический состав различных бертьериновых минерализаций представлен в табл. 2.

Таблица 2
Химический состав бертьериновых минерализаций

Минералогические типы	Кол-во проб	Компоненты, средн. % (данные микрозонда)			
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{общ}	MgO
Бертьерин	50	36,84	25,93	26,65	1,71
Бертьерин-шамозит (бертьерина в решетке 22-35 %)	16	23,27	27,59	37,33	4,19
Бертьерин-шамозит (бертьерина в решетке <8 %)	3	30,56	19,43	33,60	5,71

Бертьериновая минерализация проявлена в двух формах: 1) прослойки (до 10 мм) невыдержанной мощности (рис. 2а) и 2) в составе цементирующего карбонатного материала в скальных, сильно сцементированных разновидностях железных руд (рис. 2б). Характеризуется сплошной стеклообразной массой оливково-зеленого и травяно-зеленого цвета.

Гостищевское месторождение. Крюковско-Гостищевский участок

Участок простирается на 7,4 км от разведочно-го профиля VII+6000 на северо-западе до профиля VII-800 на юго-востоке при ширине 700–2500 м по территории Яковлевского административного района.

ОБЖР образуют сильно вытянутую по простиранию полос железистых кварцитов плащеобразную залежь, повторяя контур их выходы. Мощность тела изменяется в весьма широких пределах, достигая максимума 369 м при средней мощности 99 м. Кровлей на значительной её площади являются известняки карбона (C_{1v}) с прослоями глин общей мощностью до 140 м.

Первичные минералы и минералы выветривания имеют унаследованную от материнских пород послонную концентрацию, обусловившую тонко-среднеполосчатую текстуру руд. Основные минеральные типы руд: мартитовые, железослюдково-мартитовые, шамозит (по-старому хлорит) – мартитовые, гидромартитовые и гидротит-гидромартитовые.

В большинстве проб бертьерин представляет собой рыхлый порошокатый минерал с бледно-зелёной окраской. Под микроскопом это сплошная стеклообразная слабо анизотропная, иногда изо-

тропная масса зелёного цвета. При большом увеличении заметны изометрические чешуйки без следов спайности. Показатель преломления варьирует в пределах 1,658–1,621. По всем наблюдениям бертьерин является одной из последних фаз

преобразования кварца. Это явление в массовом масштабе наблюдается в прикровлевой части рудной зоны. В одной из скважин наблюдалось замещение бертьерином карбонатов (рис. 3).

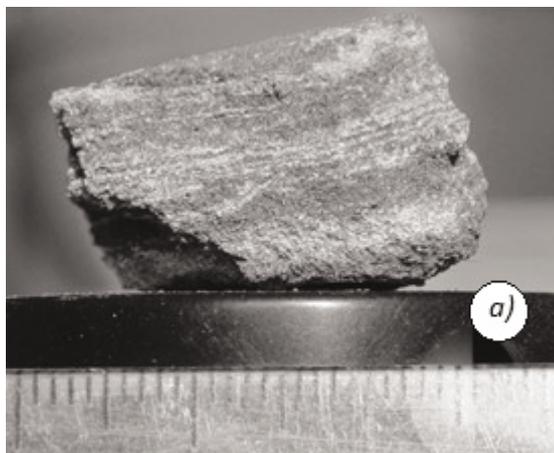


Рис. 2. Формы развития бертьерина (светло-серые прослойки и вкрапленники).

Примечание: а) прослойки невыдержанной мощности, скв. бр гл. 541,7 м и б) в цементирующей массе скальных железорудных пород, скв. 1р гл. 526 м



Рис. 3. Замещение сидерита (S) бертьерином (B). Ув. 240х, без анализатора. Фото И. Е. Куренкиной [7]

Гостищевское месторождение. Хохлово-Дальнеиугуменский участок

Участок является самым крупным объектом в составе Гостищевского месторождения. ОБЖР участка образуют широкую (2,5–3,5 км) залежь, покрывающую сплошным плащом выход железистых кварцитов на докембрийскую поверхность. Лишь в южной части (профиль X) вблизи границы с Мелихово-Шебекинским месторождением залежь местами размывта, и железистые кварциты выходят непосредственно на дневную поверхность. Мощность руд колеблется в широких пределах (от 10 до 268 м). Кровлей на подавляющей площади слу-

жат нижнекаменноугольные известняки с прослоями глин мощностью до 109 м. Сложное внутреннее строение залежи обусловлено наличием прослоев сланцев и интенсивным развитием эпигенетических процессов (карбонатизация, шамотизация) в её верхней части с образованием определённой зональности.

Бертьерин, являющийся продуктом разложения силикатов, слагает слабый цемент, способствующий образованию слабосцементированных разностей (рис. 4а). Довольно часто встречаются светло-серые прослои с зеленоватым оттенком мощностью по 2–10 мм (рис. 4б).

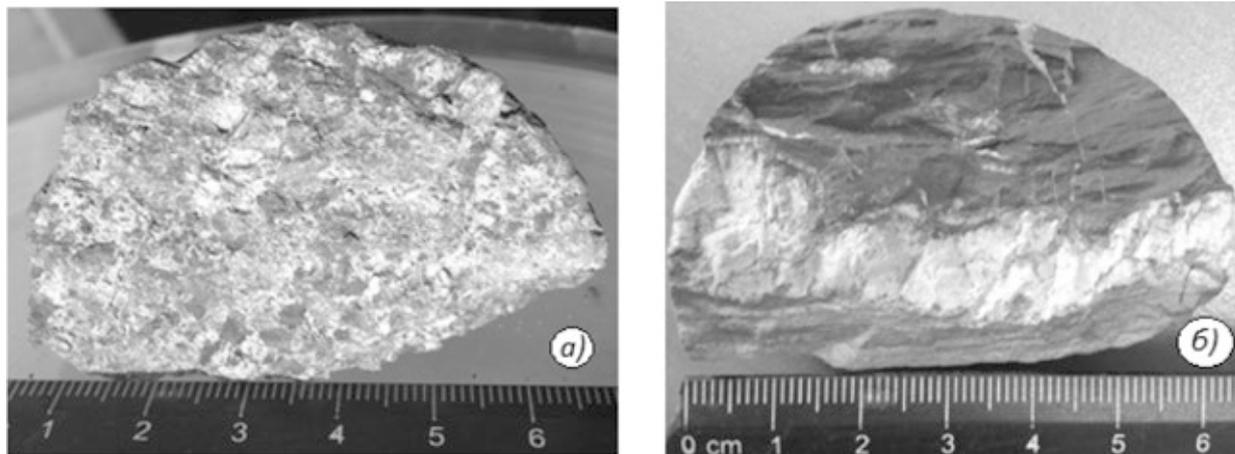


Рис. 4. Формы развития бертьерина (в породе белые и светло-серые прожилки).

Примечание: а) гематитовая руда в бертьериновом цементе, скв. 5п гл. 427,1 м и б) слоистые проявления карбонатов, маршаллита и бертьерина в гидрогематитовой руде, скв. 5п гл. 484,6 м

Яковлевское месторождение. Смородинский участок

Участок является естественным юго-восточным продолжением Центрального участка Яковлевского месторождения. Длина участка 5,7 км (от профиля VII+4000), ширина не превышает 600 м. ОБЖР образуют сплошную плащевидную залежь в виде лентовидной полосы, распространяющуюся по всей длине участка, что предопределено контуром выходов железистых кварцитов на докембрийскую поверхность. Мощность руд колеблется от 16 до 160 м (максимально зафиксированная в скв. № 1758 – 217 м).

Шамозитизация (бертьеринизация) на Смородинском участке интенсивно проявилась в мартито-железнослюдковых рудах. В преимущественно гётито-гидрогематитовых рудах этот процесс выражен слабее. Бертьерин прослежен ниже зоны карбонатизированных руд. Мощность зоны распространения руд с бертьерином подвержена большим колебаниям, изменяясь от нескольких метров до 100–120 м.

Руды с наличием бертьерина представляют собой легко разрыхляющуюся порошковато-комковатую массу. Текстура тонкополосчатая. Сложны они чередованием рудных (железнослюдковых или мартитовых) и серовато-зелёных прослоев бертьеринового состава. Мощность собственно рудных и хлоритовых прослоев колеблется от долей миллиметра до 1–2 мм, реже достигая 3–4 мм. Местами бертьерин образует прослои до 2–3 см, при этом в прослоях начинает просматриваться невооружённым взглядом вкрапленность. Кроме самостоятельных прослоев, бертьерин развит и

в собственно рудных прослоях, где он выполняет интерстиции между гематитовыми зёрнами. В отдельных рудных прослоях, сцементированных бертьерином, мартитовые зёрна нередко окружены каймой мелкозернистого сидерита (рис. 5). В брекчиевидных текстурных разновидностях рудные обломки цементируются бертьерином, очень часто в тесном парагенезисе с карбонатным материалом.

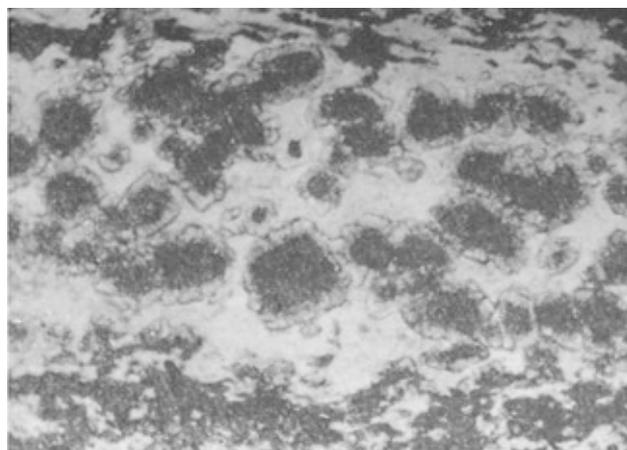


Рис. 5. Мартитовые зёрна (чёрное) обрастают сидеритом (серое) в бертьериновом цементе (светлое). Проходящий свет, увел. 200х, без анализатора

Бертьеринизация вкупе с сидеритизацией происходили в континентальных условиях, когда рудные залежи были перекрыты осадками карбона и юры. Условия для образования второстепенных (инфильтрационных) минералов возникали тогда, когда руды вместе с налегающими на них осадками освобождались от моря и попадали в зону слабоподвижных или застойных грунтовых вод, т.е. в

зону цементации [8]. Широкое развитие озёрно-болотных и лагунных фаций с обилием растительных остатков, гидрослюдисто-шамозитовыми низовьев нижнекаменноугольных отложений Белгородского района отмечалось Л. С. Богуновой, С. Г. Вишняковым и Н. П. Хожайновым [9].

Эти процессы выразились в восстановлении трёхвалентного железа в двухвалентное с образованием бертьерина и сидерита, привносе растворённого кремнезёма. Наиболее развита бертьеринизация ОБЖР КМА в зоне слабо сидеритизированных и в несидеритизированных (рыхлых) рудах. Ниже зоны рыхлых руд бертьеринизацией

частично затронуты и окисленные железистые кварциты, в которые непосредственно по падению рудно-кристаллической толщи переходят остаточные железные руды. Общее затухание процесса бертьеринизации (и шамозитизации в целом) с глубиной должно было подразумевать наиболее существенное развитие этого процесса в верхних частях рудных тел. Однако в действительности это не наблюдается ни одним исследователем. На рис. 6 приведены кривые нагревания богатых железных руд, содержащих вторичные минералы.

В целом, распространение бертьерина в ОБЖР КМА представляется следующим.

Таблица 3

Распространение бертьерина в ОБЖР КМА

Тип минерализации	Магнетитовые		Мартитовые		Железно-слюдково-мартитовые		Шамозит-мартитовые		Гидрогематитовые		Глинистые гидрогематит-гидрогематитовые	
	Рыхлые	Плотные	Рыхлые	Плотные	Рыхлые	Плотные	Рыхлые	Плотные	Рыхлые	Плотные	Рыхлые	Плотные
Минералы, образовавшиеся в результате гипергенных изменений первичных руд												
Бертьерин	–	п	п	п	п	п	+	+	о	о	о	о
Инфильтрационные минералы												
Бертьерин	п	п	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о

* Примечание. Минералы: + – главные, о – присутствуют в подчинённом количестве (первые десятки процентов), п – присутствуют в небольшом количестве (в качестве примеси – первые проценты).

Остаточный бертьерин во всех месторождениях является продуктом выветривания силикатов, входящих в состав железистых кварцитов. Он пользуется распространением главным образом в шамозит-мартитовых рудах в приподошвенной части рудных залежей, где его содержание достигает 25–30 %; в более высоких горизонтах рудной зоны, разлагаясь, заменяется гидрогематитом и гидрогетитом в смеси с гидроокислами алюминия. Находится остаточный бертьерин в виде чешуйчато-пластинчатых и спутанно-волоконистых сланцеватых агрегатов или полностью слагает прослойки в руде (мощностью до нескольких сантиметров) или заполняет промежутки между рудными минералами, являясь по сути цементом между ними.

Бертьерин, связанный с инфильтрационными процессами, пользуется более широким распространением, чем остаточный. На рассмотренных месторождениях он является одним из существенных минералов рудной зоны и в различных количествах присутствует по всей её мощности, во всех

минеральных типах руд или в качестве цемента между рудными минералами, или заполняет многочисленные трещины. В интенсивно карбонатизированных плотных рудах инфильтрационный бертьерин встречается в значительных количествах лишь внизу их верхней зоны, на границе с рыхлыми рудами, где он иногда достигает 10–20 % (по объёму) и образует смешанный бертьерин-сидеритовый цемент. В рыхлых, слабосцементированных рудах инфильтрационный хлорит присутствует чаще, в больших количествах (25–35 %) и иногда является единственным минералом цемента.

Заключение

Рассмотренная минерализация бертьерина в коре выветривания железистых кварцитов представляет собой в богатых железных рудах КМА типичный продукт постгипергенных наложенных процессов из выше образованных отложений.

Изучение особенностей ОБЖР тонкими аналитическими методами в данной работе позволило

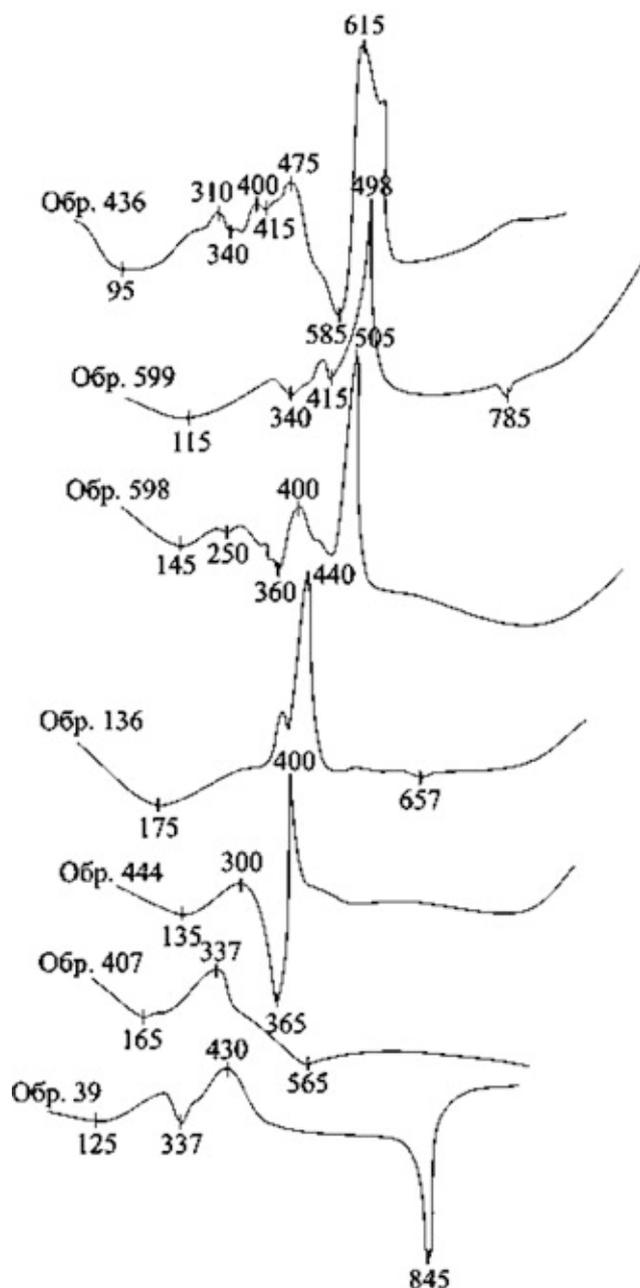


Рис. 6. Кривые нагревания богатых железных руд КМА Белгородского района, содержащих вторичные минералы.

Примечание: обр. 436 – рудный песчаник, сцементированный сидеритом; обр. 599 и 598 – руда гитрогётит-сидеритовая; обр. 136 – руда гидрогематит-мартит-сидеритовая; обр. 444 – руда сидерит-гитрогётитовая; обр. 407 – руда с бертьериновым цементом; обр. 39 руда мартит-гитрогётитовая с карбонатным цементом

выделить развитые в небольших количествах второстепенные минералы и определить их частью пород, а по характеру установить происхождение и родство с подобными в аналогичных районах.

В большинстве предыдущих работ по КМА в обиходе использовались термины – шамозит, диагенетический хлорит, железистый хлорит, и указывались физико-химические характеристики, присутствующие бертьерину.

Устаревшие и разноречивые данные названия рассмотрены с современной точки зрения классификации слоистых минералов, что позволило утвердительно определить бертьерин – главным силикатным минералом остаточных богатых железных руд.

Возникновение бертьерина в ОБЖР до сих пор остаётся дискуссионным. Вероятно, изменение гумидного климата на аридный, начавшееся с веневского времени (по мнению Л.С. Богуновой [9]), привело к доломитизации известняков, залегающих в кровле. Доломитизация явилась причиной приноса циркулировавшими подземными растворами в кровлю железных руд магния, что стало следствием формирования железисто-магнезиальных 7 E шамозитов (бертьерина). Бертьеринизация железных руд зависела от степени заболачивания нижнекаменноугольных ландшафтов и от гипсометрического положения ОБЖР в рельефе древней поверхности выравнивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). Т. III. Железные руды / И. А. Русинович ; [под ред. И. Н. Леоненко]. – М. : Недра, 1969. – С. 20–54.
2. Никитина А. П. Древняя кора выветривания кристаллического фундамента Воронежской антеклизы и её бокситоносность / А. П. Никитина. – М. : Наука, 1968. – 211 с.
3. Никитина А. П. Факторы сохранности месторождений латеритных бокситов Европейской части СССР / А. П. Никитина // Кора выветривания. – М. : Наука, 1983. – Выпуск 18. – С. 126–137.
4. Христанов В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области / В. А. Христанов, А. Н. Петин, М. М. Яковчук. – Белгород : Изд. БелГУ, 2000. – 245 с.
5. Савко А. Д. Этапы формирования кор выветривания в верхнем протерозое и палеозое Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, Н. П. Хожайнов // Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1975. – 144 с.
6. Никулин И. И. Характеристика минерального состава богатых железных руд Большетроицкого месторождения КМА / И. И. Никулин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: Геология. – 2012. – № 1. – С. 144–154.
7. Цибизов А. Н. Новые данные к характеристике древней коры выветривания метаморфических пород

Бертьерин – главный силикат месторождений богатых железных руд КМА

докембрия КМА / А. Н. Цибизов, И. Е. Куренкина // Геология и полезные ископаемые Центрально-Чернозёмных областей. – Воронеж, 1964. – С. 187–190.

8. Рахманов В. П. Богатые железные руды коры выветривания Курской магнитной аномалии / В. П. Рахманов. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 198 с.

9. Богунова Л. С. Палеогеографические условия формирования коры выветривания докембрийских образований и стратиграфическое положение бокситов в Белгородском районе / Л. С. Богунова // Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов

Европейской части СССР. – М. : Наука, 1970. – С. 67–75.

10. Beiley S. W. Summary of recommendations of AIPEA nomenclature committee / S. W. Beiley// Clay Miner. – 1980. – 15. – № 1.

11. Международный минералогический комитет. – URL: <http://www.mindat.org/min-639.html>

12. Ryan P. C. Berthierine/chamosite, corrensite, and discrete chlorite from evolved verdine and evaporite-associated facies in the Jurassic Sundance Formation, Wyoming / P. C. Ryan, S. Hillier // Amer. Mineral. – 2002. – Vol. 87. – P. 1607–1615.

Белгородская горнодобывающая компания

И. И. Никулин, главный геолог ООО «Белгородская ГДК»

Тел. 8 (915) 570-38-21

ivnikulin@rambler.ru

Belgorod mining company ltd

I. I. Nikulin, the great geologist of the «Belgorod mining company ltd.»

Tel. 8 (915) 570-38-21

ivnikulin@rambler.ru