

ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БОЛЬШЕТРОИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

И. И. Никулин

ООО «Белгородская горнодобывающая компания», г. Белгород

Поступила в редакцию 28 февраля 2012 г.

Аннотация. В работе проводится анализ данных минерального состава богатых железных руд из довизейской коры выветривания, развитой по железистым кварцитам Большетроицкого месторождения. Мощность коры выветривания достигает 300 м. Впервые на месторождении проведен полный минеральный анализ и выделены отличительные особенности от других месторождений богатых железных руд КМА. В породах представлены преимущественно гематитом (6–100 %), гётитом (до 51,5 %) и сидеритом (до 54,3 %). В меньшей степени распространены гидрогематит, магнетит, бертьерин и шамозит.

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

Abstract. By results of prospecting works rich iron ores from weathering crust before vise. Weathering crust has been educed on ferrous quartzites. Capacity of a weathering crust reaches 300 m. Mineralogical composition of iron ores is presented by hematite, гётитом and siderite. Development of other minerals is in dependence from the local imposed processes. Maintenances of the basic minerals in ores: hematite of 6–100 %, magnetite to 32 %, goetite to 51,5 %, carbonates to 54,3 %.

Key words: weathering crust, hematite, martite, magnetite, goetite, bertierine, chamosite, iron-ore, deposit

Большетроицкое месторождение богатых железных руд расположено в юго-западной части Белгородского рудного района (рис. 1) и приурочено к крутому изгибу Корочанско-Большетроицкой структурной зоны [1]. В последнее время ее относят к более протяженной Прохоровско-Большетроицкой рудной зоне [2]. В структурном отношении месторождение рассматривается как одноименная синклиналь в составе Корочанско-Большетроицкой грабен-синклинали, а последняя является частью Белгородского грабен-синклинория. Залежи богатых железных руд на месторождении приурочены исключительно к зонам окисления «голов» кварцитов и на значительных понижениях последних не встречаются.

Железородная 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 Kr_4 , частично преобразованные в бокситы и железно-

глиноземистые руды мощностью до 60–70 м. Известно, что образования довизейских кор выветривания являются наиболее мощными в пределах Воронежской антеклизы [3]. Мощность большетроицкой коры варьирует от 80 м до 300 м на железистых кварцитах (рис. 2) и до 50–70 м – на сланцах, по которым местами образовывались бокситы.

Различие в мощностях и составе объясняется тем, что железистые кварциты в силу их большой устойчивости всегда возвышались в рельефе докембрия и, следовательно, условия дренирования их были исключительно благоприятными. Этому способствовало также наличие многочисленных плоскостей расланцевания и тектонических нарушений.

Большетроицкое месторождение условно разделено на два участка – Восточный и Западный. На данный момент разведка ведется на Западном участке. Вещественный состав богатых железных руд месторождения изучен во всём интервале глубин по трём геологоразведочным профилям. Минералогия межрудных выветрелых и слабыветрелых сланцев в данной работе не рассматривается.

Методика работ

На Западном участке Большетроицкого месторождения вещественный состав богатых руд сис-

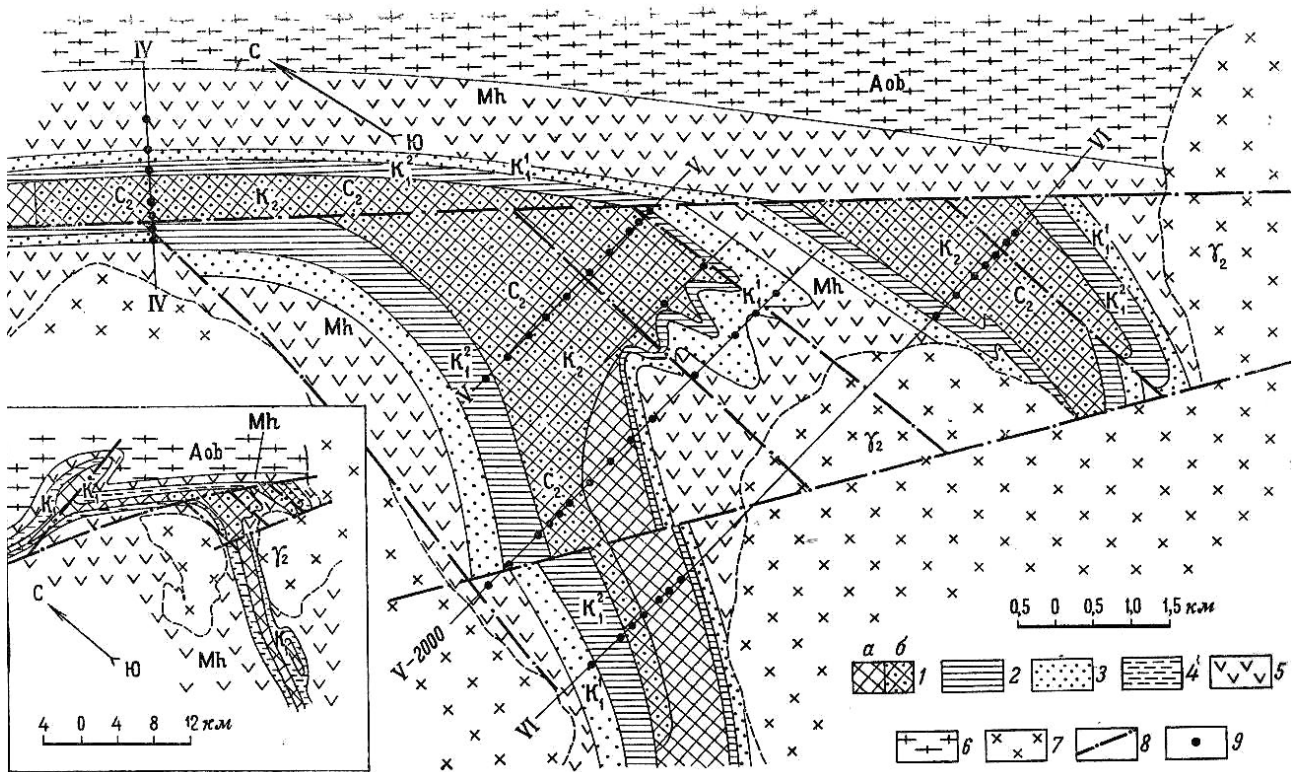


Рис. 1. Геологическая схема докембрия Большетроицкого месторождения (по В.Н. Клёкю [1]).

Примечание: 1 – железистые кварциты K_2 (а) и богатые железные руды (б); 2 – сланцы K_1^2 ; 3 – метапесчаники K_1^1 ; 4 – породы свиты K_1 (нерасчленённой); 5 – комплекс пород Мh; 6 – гнейсы Aob; 7 – проблематичные нерасчленённые ниже- и верхнепротерозойские граниты и их мигматиты γ_2 ; 8 – разрывные нарушения; 9 – скважины

тематически изучен от слабо измененных и редко мартитизированных кварцитов до перекрывающих залежь железорудных осадочных брекчиевидных галечников визейского времени. Они исследовались прецизионными методами, в том числе

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 К-альфа излучения. Химический состав отдельных образцов определялся на X-Ray масс-спектрометр PW 2400 Philips и спектрометре последовательного действия Axios производства компании PANalytical (Нидерланды).

Исследование зерна железных руд проводилось спектрофотометрическим, атомно-абсорбционным и титриметрическим анализами на приборах Agilent 8567g; DL-22; СФ-26; С-302. При калибровке спектрометра использованы отраслевые и государ-

ственные стандартные образцы химического состава горных пород и рудных концентратов. Анализы выполнены по методикам НСАМ ВИМС, обеспечивающим получение результатов III категории точности количественного анализа по ОСТ РФ 41-08-205-99. Данная категория точности применяется для массового анализа проб минеральных веществ, контрольных анализов и подсчета запасов МПИ. Потери при прокаливании определены гравиметрически при температуре 950 °С.

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

Основные рудообразующие минералы

В залежи различаются следующие генетические группы минералов: остаточные – унаследованные от исходных пород, и новообразованные в результате окисления, выщелачивания, гидратации и цементации. Остаточные минералы представлены гематитом, магнетитом, микро-гранобластовым кварцем и в меньшей степени апатитом. Процессы

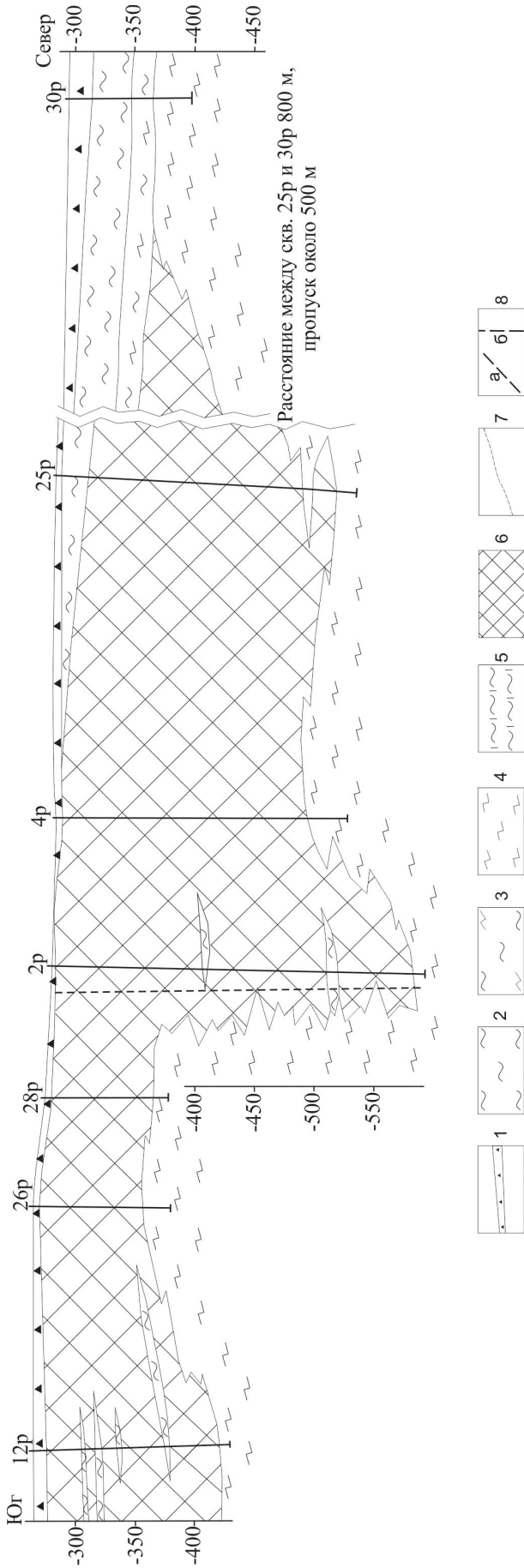


Рис. 2. Схематический геологический разрез вдоль рудной залежи Большетроитского месторождения.

Примечание: 1 – базальный горизонт C_1 -отложений, рудные конгло-брекчии; 2 – выветрелые филлитовидные сланцы, бокситы, Fe-Al-породы PR_1, kt_4 , прослои сланцев среди Fe-кварцитов $kt_{2,3}$; 3 – переходная зона от сланцев к Fe-кварцитам; 4 – Fe-кварциты; 5 – филлитовидные сланцы, PR_{1st} ; 6 – богатые Fe-руды в $kt_{2,3}$; 7 – предполагаемые (условные) границы; 8 – предполагаемые разломы (а); ось зоны дробления (б)
 Расстояние между скважинами 25р и 30р – 800 м (пропуск около 500 м)

окисления, выщелачивания и гидратации обусловили появление псевдоморфных минералов – мартита, дисперсного гематита, гётита и разновидностей высокожелезистых слоистых силикатов. Завершающим этапом явились изменения эпигенетического характера, связанные с цементацией пористых и весьма рыхлых руд (среднее содержание $Fe_{\text{общ}}$ не зависит от степени цементированности): цементационным гематитом, гётитом или карбонатами.

Рыхлые руды залегают в тех же условиях, что и скальные (сильно цементированные). Эти руды, по всей видимости, образовались за счет выноса кварца из плотных руд, скальные за счет действия растворов и наличия подвижного карбонатного материала.

В минералогическом отношении руды на Большетроицком месторождении представляют собой двухкомпонентные или трехкомпонентные образования, состоящие из гематита (и его морфологической разновидности – мартита) (6–100 %), магнетита (и его морфологической разновидности – мушкетовита) (до 32 %), гётита (до 51,5 %), реже гидрогематита и карбонатов (до 54,3 %) (рис. 3).

Второстепенными минералами являются бертьерин, шамозит, апатит, кварц, слюды. Нередко гематит гидратизирован с образованием красных, иногда и бурых гидроокислов железа, часто окрашивающих руды в красные и бурые тона; содержание в таких прослоях различных гидроокислов весьма различно.

Содержание железа не зависит от мощности коры выветривания и только плавно понижается (первые метры) на контакте с неизменёнными железистыми кварцитами, в которых резко уменьшается.

Преобладание рыхлых руд (гематитовых разновидностей) повышается в тех местах, где отмечены пологие палеосклоны по кварцитам. Таковы-

ми можно считать в блоке между скважинами 26р – 28р и 7р – 24р, вероятно между скважинами 16р и 2р. Перерывы в распространении рыхлых руд, по-видимому, отвечают местному плоскопараллельному залеганию пород, где преобладали растягивающие усилия [2]. В горизонтах с застойными водами гематитовые породы преобразовались в тонкодисперсные гётитовые и гидрогематитовые разновидности как, например, между скважинами 25р и 22р.

По генетическому признаку все минералы зоны выветривания (окисления) кварцитов делятся на три группы: 1) реликтовые, метаморфогенные – гематит, магнетит, кварц; 2) минералы выветривания – мартит, гётит, гидрогематит, гематит, бертьерин (шамозит), маршаллит; 3) инфильтрационные – сидерит, кальцит, железистый хлорит, пирит, марказит и гидроокислы железа. Из них рудообразующие – гематит, мартит, гётит, гидрогематит и магнетит; второстепенные – карбонаты, шамозит (железистый хлорит и бертьерин) и кварц. Выделены четыре основных типа богатых железных руд.

1. Магнетит-гематитовые, гётит-гематитовые и бертьерин-гематитовые рыхлые руды. Эти руды встречаются в двух состояниях – тонкодисперсном уплотнённом (рассыпающиеся при нажатии) и разнозернистые сыпучие «пескоподобные».

2. Гематит-гётитовые, гидрогематит-гётитовые рыхлые руды. Из них встречаются сыпучие и таблитчатые.

3. Карбонат-гематитовые и магнетит-карбонат-гематитовые скальные руды, характеризующиеся различной степенью кристалличности карбонатного вещества.

4. Магнетит-гематитовые скальные руды с редкими прослоями маршаллита.

Химический состав различных типов руд коры выветривания приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав различных типов руд коры выветривания

Минералогические типы руд	Кол-во проб	Компоненты, средн. %											
		$Fe_{\text{общ}}$	Fe_2O_3	FeO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	MnO	$S_{\text{общ}}$	V_2O_5	TiO_2
Магнетит-гематитовые, гётит-гематитовые и бертьерин-гематитовые	657	64,60	86,83	4,99	3,99	1,39	0,10	0,69	0,18	0,03	0,07	< 0,02	0,05
Гематит-гётитовые, гидрогематит-гётитовые рыхлые	38	67,28	93,11	3,68	1,17	0,60	0,04	0,64	0,09	0,03	0,06	< 0,02	< 0,02
Карбонат-гематитовые и магнетит-карбонат-гематитовые скальные	344	63,80	77,94	9,34	2,23	1,64	0,10	1,63	0,38	0,06	0,08	< 0,02	< 0,02
Магнетит-гематитовые скальные	181	58,77	79,81	8,50	11,16	0,60	0,06	1,60	0,18	0,05	0,37	< 0,02	< 0,02

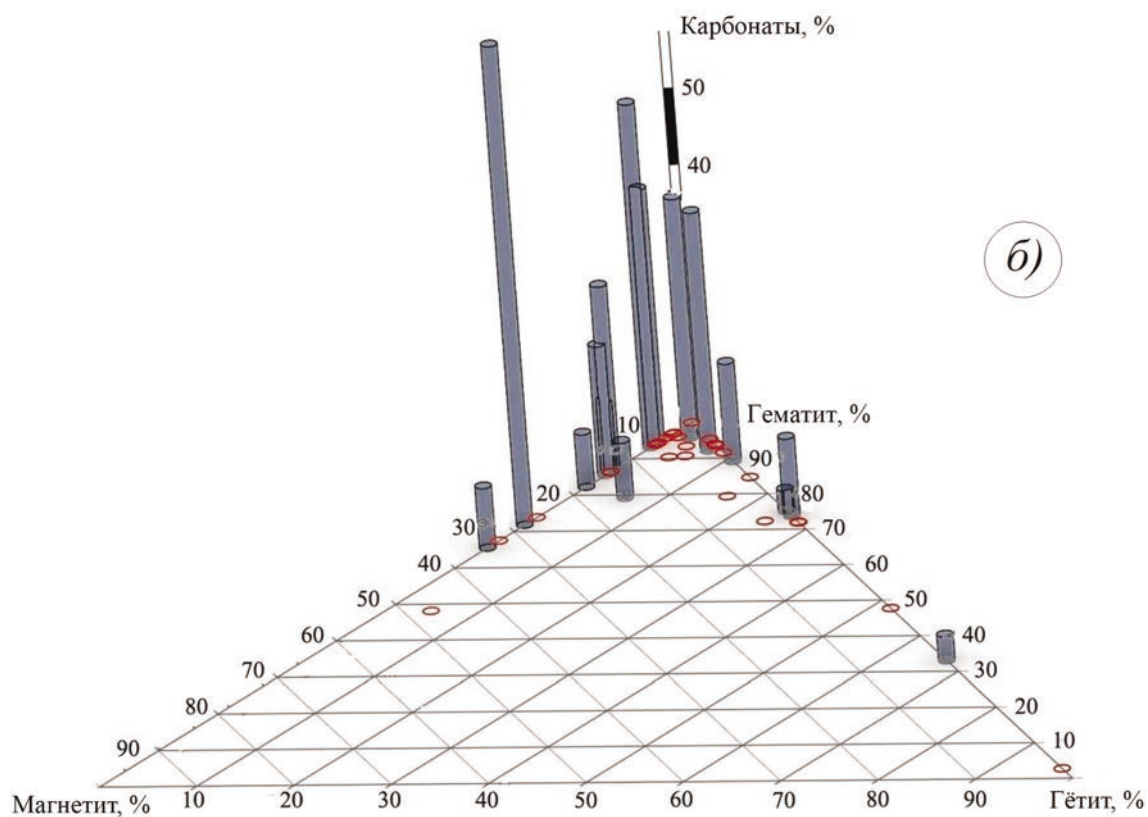
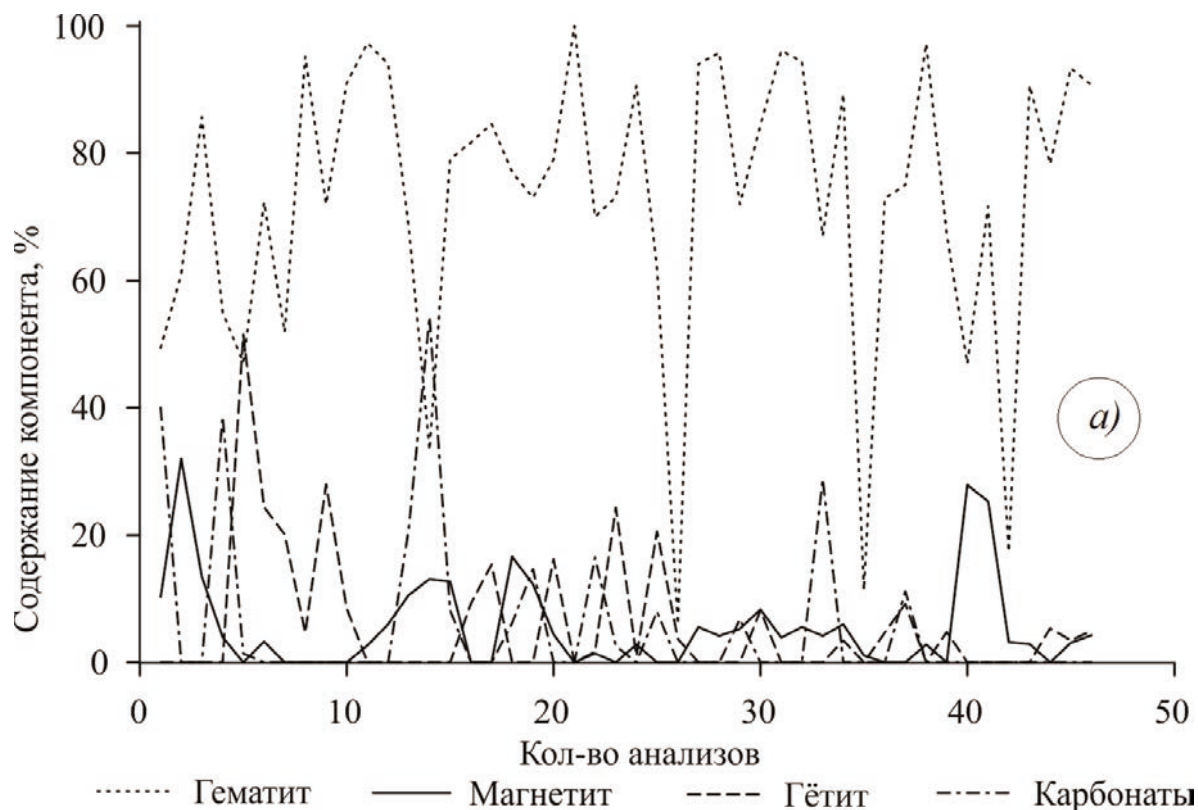


Рис. 3. Основные минеральные компоненты богатых железных руд Большетроицкого месторождения.
 Примечание: содержание карбонатов в различных минеральных ассоциациях, 50 образцов. Вертикальные столбики – содержание карбонатов в масштабе шкалы треугольной диаграммы

Породообразующие (рудообразующие)
минералы

Гематит (Fe_2O_3) является самым распространённым минералом в рудной толще. Встречается в богатых железных рудах в виде зонально-коломорфных образований (вплоть до скрытокристаллических агрегатов) и мелких зерен неправильной, и псевдоchешуйчатой формы (рис. 4, а). От-

дельные его чешуйки или сложные петельчатые образования составляют прослои с неровными, часто зазубренными границами. Цвет кристаллов и плотных масс от серо-стального до тусклого серо-чёрного, у рыхлых и порошковатых разностей – красно-бурый; блеск полуметаллический; непрозрачен. Гематит диагностирован рентгенографическим методом по ряду рефлексов (табл. 2, рис. 5, а, б).

Таблица 2

Характерные рентгенографические рефлексы минералов в богатых железных рудах Большетроицкого месторождения

Гематит		Магнетит		Гётит	
d (Е)	Интенсивность, %	d (Е)	Интенсивность, %	d (Е)	Интенсивность, %
3,68	30	4,85	5	4,98	12
2,70	100	2,97	30	4,183	100
2,52	70	2,53	100	2,693	35
2,21	20	2,42	10	2,45	50
1,84	40	2,10	30	2,253	14
1,69	50	1,712	20	2,19	18
1,49	30	1,614	70	1,7912	20
1,45	30	1,483	80		
		1,326	10		

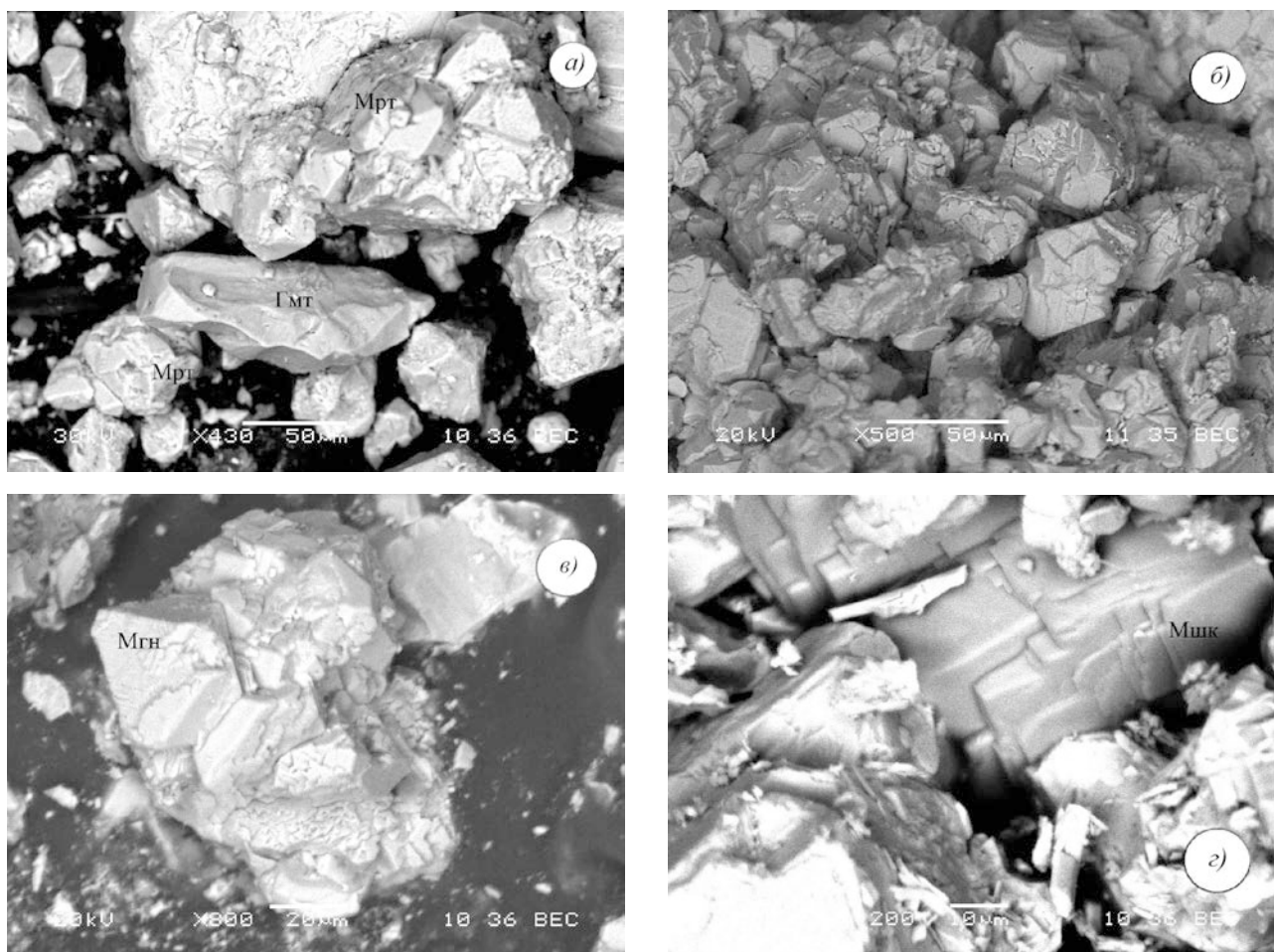


Рис. 4. Растровые электронные снимки минеральных образований железных окислов.

Примечание: а – гематит (Гмт) мартит (Мрт), скв. 1р глуб. 552,0 м; б – магнетит полностью замещён псевдоморфозой гематита (мартитом), скв. 25р глуб. 550,7 м; в – магнетит (Мгн), скв. 27р глуб. 596,0 м; г – мушкетовит (Мшк), скв. 1р глуб. 579,1 м

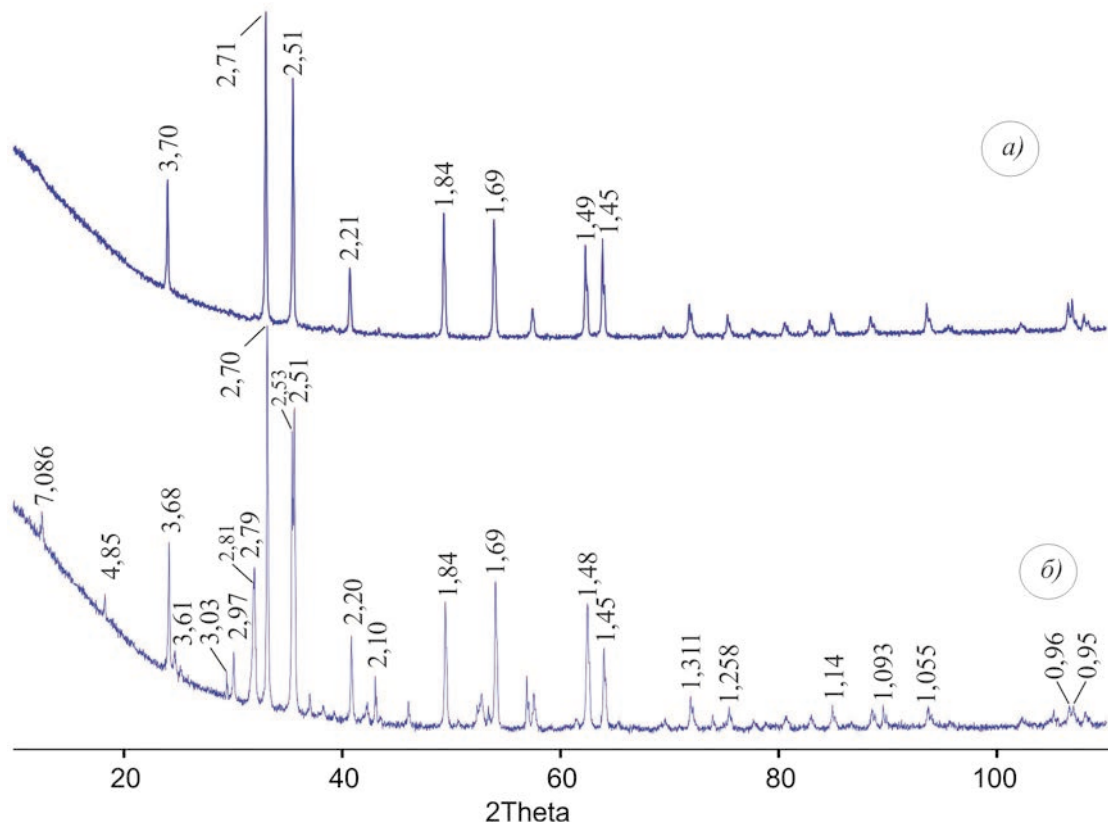


Рис. 5. Рентгенографические рефлексы гематита в богатых железных рудах Большетроицкого месторождения.

Примечание: а – мономинеральный гематит, скв. 19р гл. 514,2 м; б – гематит в смеси с магнетитом и карбонатами и бертьерином, скв. 1р гл. 481,3 м

Мартит (Fe_2O_3) является одним из главных рудообразующих минералов богатых руд Большетроицкого месторождения. Он представляет собой псевдоморфозы гематита по магнетиту [4] в виде ромбододекаэдрических или октаэдрических кристаллов (сросшихся зёрен и редко выделяется в виде отдельных кристаллов) (рис. 4, б). Минерал обладает серым или серо-синим цветом. В проходящем свете чёрный, в отражённом – белый. Крепкий, не царапается стальной иглой, хорошо полируется. Немагнитный.

В зёрнах и сростках мартита часто встречаются светло-розовые в отражённом свете реликты магнетита. В растровом электронном микроскопе реликты магнетита в нём представлены плоскостями кристаллов и двойников кристаллов; наблюдается характерная картина замещения мартитом, распространяющимся по кристаллографическим направлениям, магнетита. Нередко мартит в свою очередь замещается гидроокислами железа с неясным колломорфным строением. Эта рыхлая, тонкодисперсная минеральная масса часто обрамляет зёрна мартита, а также заполняет промежутки между зёрнами.

Магнетит ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$) в богатых рудах Большетроицкого месторождения образует единичные зёрна (см рис. 4, в) и зачастую имеет реликтовый характер внутри кристаллов мартита. Он обычно сильно подвержен мартитизации, особенно в верхних горизонтах рудной толщи, кроме того ничем не отличается по своим минеральным характеристикам от других описанных в геологической литературе магнетитов. В редких случаях этот минерал образует псевдоморфозы по гематиту (мушкетовит – эпигенетический магнетит) (см. рис. 4, з). Он развивается по широким плоскостям пластинок и чешуек гематита, а также замещает зерна мартита, образуя характерные формы замещения. В отличие от месторождений Старо-Оскольского и Курско-Орловского рудных районов (по Рахманову и И.Е. Куренкиной), [5]) мушкетовитизация слабо проявлена. Вероятно, существует сингенетичность мушкетовита с сидеритом: резко восстановительная обстановка, существовавшая на поверхности рудных залежей во время процессов карбонатизации, явилась причиной восстановления чешуйчатого гематита и мартита в магнетит. Магнетит диагностирован рентгеног-

рафическим методом по ряду рефлексов (см. табл. 1, рис. 5, б).

Гётит ($\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$) в чистом виде почти не встречается. Скопления его имеют поперечно-волокнистое сложение. Иногда переходит в плотную или зернистую почти неделимую массу темно-бурого цвета. В некоторых шлифах имеет концентрические образования (рис. 6, а). Этот минерал часто имеет постепенные переходы в гидрогётит и другие гидроокислы железа, что отражается в

двоенных диагностических признаках. Гётит диагностирован рентгенографическим методом по ряду рефлексов (см. табл. 1, рис. 6, б).

Концентрические образования на микроснимках представляют собой набор широких и тонких колец с псевдокруглой сердцевинкой и на периферии двойной каёмкой. Закономерность распространения не выяснена (встречаются и в массивных рудах, и в полосчатых). Химический состав гетита по данным микросонда представлен в табл. 3.

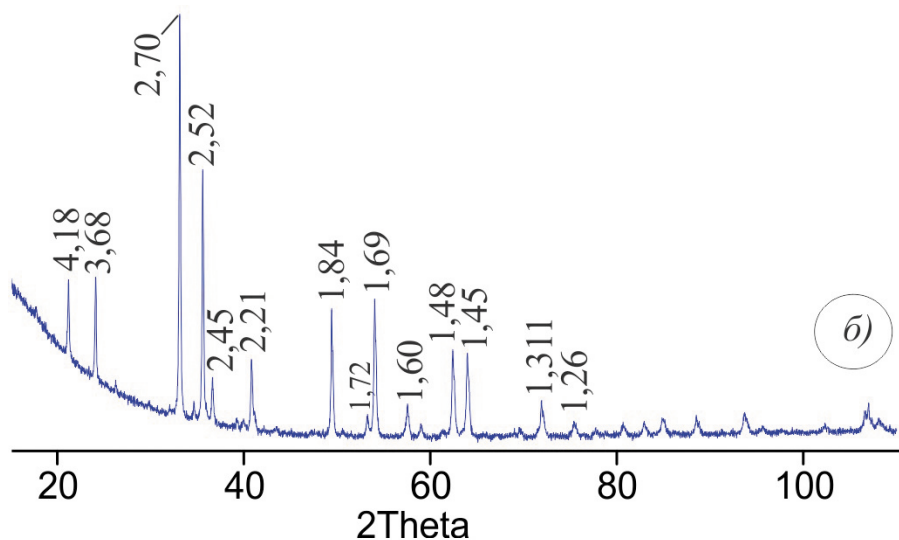
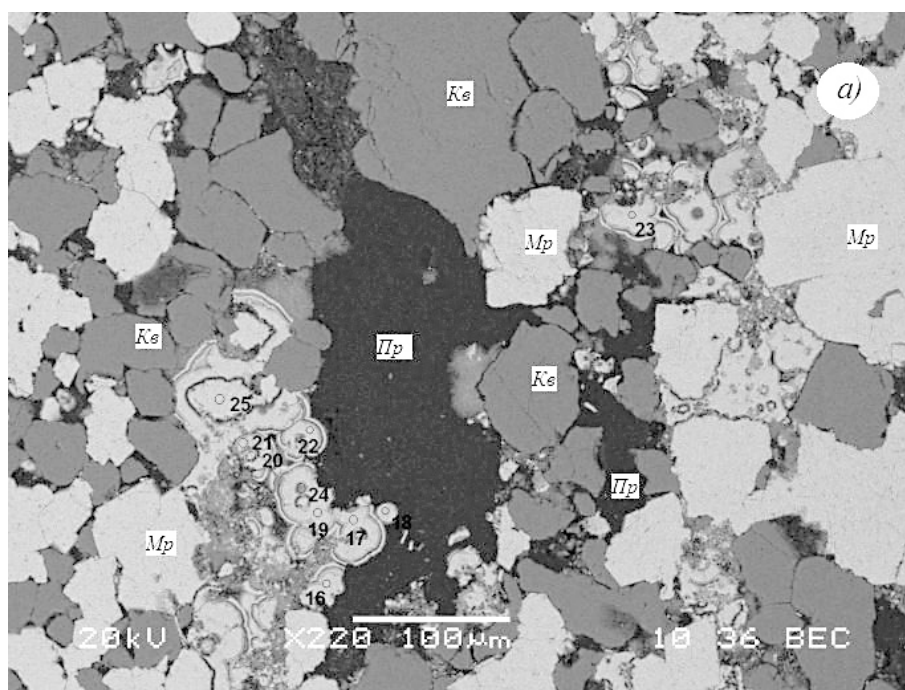


Рис. 6. Гётит в богатых железных рудах Большетроицкого месторождения.

Примечания: а – РЭМ-снимок концентрических образований гётита (зерна обозначены точками рентгеноспектрального анализа), скв. 21р гл. 605,8 м; б – рентгенографические рефлексы гётита в смеси с гематитом, скв. 28р гл. 564,8 м. Усл. обозн.: Кв – кварц, Мр – мартит, Пр – пустоты (поровое пространство)

Химический состав гетита по данным микрозонда (%)

Содержание компонента, %	Т. № 10з	Т. № 16	Т. № 17	Т. № 21	Т. № 22	Т. № 23	Т. № 25	Т. № 1 (Мартит)	Т. № 5 (Кварц)
Fe _{общ.}	83,89	86,55	86,19	2,40	85,14	85,93	88,83	98,65	–
SiO ₂	2,72	2,47	2,53	83,88	2,49	2,63	–	–	100,0
CaO	–	–	–	0,43	–	–	–	–	–
SO ₃	–	–	–	–	–	0,76	–	–	–
Сумма	86,61	89,01	88,71	86,70	87,63	89,31	88,83	98,65	100,0

Гидрогематит (Fe₂O₃*nH₂O) является скорее второстепенным минералом в рудообразовании, но встречаются несколько маломощных пластов, где он доминирует над гематитом и гётитом. От мартита и гематита он отличается отсутствием видимых кристаллов при небольших увеличениях и землистым строением, а от гидрогётита – красным цветом. Выделены несколько разновидностей гидрогематита:

– гидрогематит, образованный в результате выполнения пустот выщелачивания кварца. Эта разновидность имеет исключительное значение при рудообразовании красковых и гематит-красковых руд;

– гидрогематит, образовавшийся за счет хлорита, по-видимому, в присутствии достаточного количества свободного кислорода. Генетически его образования могут быть приурочены к материнским сланцам (хлоритовым сланцам), что должно учитываться при выделении технологических блоков отработки месторождения;

– гидрогематит секущих жил (по трещинам). Развита повсеместно, но образует мелкие мощности (до 1 см) в виде швов залечивания. Часто наблюдаются выделения гидрогематита на плоскостях напластования сланцев и особенно гематитовых прослоев с реликтовой сланцеватой текстурой в виде бесформенных пятнистых или жилородных образований.

Кроме выше приведенных разновидностей гидрогематита, встречаются красные (бардовые), красно-коричневые (бурые) и буро-красные гидроокислы железа, преимущественно колломорфного строения волокнистой или землистой массы агрегатов.

Результаты анализов тонкодисперсных фракций (мельче 0,005 мм) красных гидроокислов железа не показали, с какими же минералами мы имеем дело. И, следовательно, достаточно ли обосновано объединение всех красных и вишнево-красных гидроокислов железа под названием «гидрогематит». Несомненно, что среди «красковых» руд существенную роль играют такие минералы, как гидрогематит, гётит, а иногда и гидрогётит.

Данные химических исследований (ISP-AES, более 100 анализов) подтверждают предположение о том, что в процессах образования толщи богатых железных руд участвовал преимущественно кислород [6], который привносился поверхностными растворами. Насыщенные кислородом растворы, попадая в массив железистых кварцитов, окисляли магнетит, сульфиды и силикаты, выщелачивая из последних Na₂O и K₂O, растворяли карбонаты (доломит, сидеропленезит) и постепенно приобретали щелочной характер за счет CO₂, MgO, CaO, Na₂O K₂O.

Второстепенные минералы

Изучение особенностей железорудных пород месторождения в данной работе тонкими аналитическими методами позволило выделить развитые в очень малых количествах второстепенные минералы и определить их часть пород, а по характеру установить происхождение и родство с подобными в аналогичных районах.

Карбонаты представлены (по данным рентгенографического анализа) в основном сидеритом, кальцитом, сидеропленезитом (Mg_{0,92}Ca_{0,08}CO₃*3H₂O) и в меньшей степени доломитом. Сидерит кристаллический, неравномерно-зернистый. Наблюдается в основном в виде цемента гематитовых руд и реже друз и конкреций. Цементирующая масса руд, состоящая из кальцита, на свету блестит по спаянности. Микроскопически заполняет поры между зернами гематита (мартита). По всей видимости, образования карбонатов можно связать с наложенными процессами, так как закономерности распространения не определены (см. рис. 3, б).

Кварц распространён в весьма ограниченном количестве. Под влиянием растворов агрегаты кварца материнских пород испытывали замещение или растворение, что наблюдается в коррозионных внутрирудных прослоях. Реликтовые прослои представляют собой рыхлые минеральные агрегаты из тонких мельчайших зёрен кварца – маршаллита. Выделены следующие разновидности кварца:

– тонко-мелкозернистый (0,025–0,01 мм), находящийся в гематитовых рудах в незначительном количестве, обычно загрязнённый тонкой рудной пылью;

– среднезернистый (до 0,1 мм) перекристаллизованный (часто маршаллитизированный), чистый, выполняющий пустоты и поры в гематитовых и бертьерин-гематитовых рудах;

– жильный.

В зоне коры выветривания бертьерин ((Fe⁺², Fe⁺³, Al)₃(Si, Al)₂O₅(OH)₄) распространён повсеместно. По результатам рентгенографического анализа 50 образцов бертьерин представлен двумя своими разновидностями 1Н и 1М. По международной классификации [7] название этого минерала является синонимом К-типе Chamosite; в большинстве предыдущих работ по КМА в обиходе использовались термины – шамозит, диагенетический хлорит, железистый хлорит, и указывались физико-химические характеристики, присущие бертьерину. Закономерность распространения не выявлена. Бертьерин уверенно идентифицируются на рентгеновских дифрактограммах по рефлексам $d_{001} \approx 7,105\text{--}7,04$ Е и $d_{002} \approx 3,547\text{--}3,53$ Е (см. рис. 5). Помимо бертьерина встречаются бертьерин-шамозитовые смешанослойные разновидности, у которых значения рефлексов на дифрактограммах несколько выше – $d_{001} \approx 7,17\text{--}7,11$ Е и d_{002} с межплоскостным расстоянием 3,577–3,551 Е. В состав этих минеральных образований не входят К₂О, Na₂О и СаО. Соотношение слоёв весьма устойчиво [8] и очень редко меняется в узких пределах.

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

Химический состав различных бертьериновых минерализаций представлен в табл. 4.

Таблица 4

Химический состав бертьериновых минерализаций

Минералогические типы	Кол-во проб	Компоненты, средн. % (данные микронзонда)			
		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 и 2) в составе цементирующего карбонатного материала в скальных, сильно сцементированных разновидностях железных руд. Характеризуется сплошной стеклообразной массой оливково-зеленого и травяно-зеленого цвета.

Большую часть образцов в шлифах слагают округлые зёрна оксида железа с суммами порядка 75–85 весовых % до 99 %, между которыми заключен железистый слоистый силикат (состоящий главным образом из SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, а также небольшого количества MgO). Железистое вещество представлено двумя разновидностями – оксидом железа с суммами порядка 90–100 % (более светлые зерна) и с суммами порядка 75–85 % («изъеденные» зерна).

Состав силикатного вещества во всех образцах идентичен, однако в разных точках абсолютные концентрации элементов различаются, и суммы варьируют в пределах примерно 50–80 %, причем участки с меньшими суммами имеют более темный оттенок. Силикатное вещество в подавляющем большинстве представлено хлоритом (шамозитом) и бертьерином, реже кварцем. Слоистые силикаты встречаются как в виде небольших «островков» среди массы оксида железа, так и наоборот – в виде матрицы, заключающей в себе небольшие железистые зёрна. В шамозитах распространены многочисленные скопления тонких удлиненных зерен, размер которых не позволяет выполнить анализ отдельного зерна. Точки анализов, проведенных на скоплениях этих зерен, захватывают сразу несколько зерен и силикатную матрицу. По этим анализам можно приближенно сказать, что данные зёрна состоят, главным образом, из железа, с примесью Si, Al, Mg, часть из которых, вероятно, была захвачена пучком анализатора из матрицы.

Заключение

Рассмотренные богатые железные руды Большетроицкого месторождения КМА представляют собой типичные гипергенные продукты коры выветривания железистых кварцитов.

Основными породообразующими минералами коры выветривания железистых кварцитов Большетроицкого месторождения являются гематит, псевдоморфозы гематита по магнетиту (мартитом) и в меньшей степени магнетит. Минералы, слагающие цемент скальных разновидностей железных руд, представлены сидеритом и в меньшей степени кальцитом, что объясняет видоизменение руд под влиянием последующих процессов щелочно-угле-

кисло-кальциевого метасоматоза, сопровождающихся широким развитием в рудах карбонатов.

Вторичные минералы в богатых железных рудах представлены бертьерином, шамозитом и кварцем и в очень малом количестве апатитом.

Основными литологическими типами остаточных железных руд являются: рыхлые, полурыхлые (или несыпучие), скальные и глиноподобные. По минералогическим характеристикам выделяются: 1) магнетит-гематитовые, гётит-гематитовые и бертьерин-гематитовые рыхлые руды; 2) гематит-гётитовые, гидрогематит-гётитовые рыхлые руды; 3) карбонат-гематитовые и магнетит-карбонат-гематитовые руды; 4) магнетит-гематитовые руды с маршаллитом.

Результаты проведенных исследований имеют непосредственное практическое значение. Вопросы о распространении минералогических типов по площади и в разрезе Большетроицкого месторождения становятся актуальными при разработке больших запасов полезного ископаемого на значительной глубине нетрадиционными способами (методом скважинной добычи).

Дальнейшее изучение богатых железных руд должно пойти по пути углубленного решения следующих вопросов:

1. Выяснение природы метаколлоидных веществ и сравнение химического состава различных генераций минералов железа.

2. Восстановление условий преобразования пород в связи с перспективностью разведки но-

вых залежей рыхлых разностей богатых железных руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чайкин С. И. Структурные типы месторождений богатых железных руд Курской магнитной аномалии / С. И. Чайкин // Геология рудных месторождений. – 1986. – № 1. – С. 12–21.

2. Христанов В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области / В. А. Христанов, А. Н. Петин, М. М. Яковчук. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2000. – 245 с.

3. 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.

4. Американское минералогическое общество (RRUFF). – (<http://truff.info>).

5. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). Т. III. Железные руды / [под ред. И. Н. Леоненко]. – М. : Недра, 1969. – 319 с.

6. Голивкин Н. И. Железистые кварциты, богатые железные руды Лебединского месторождения КМА и их взаимосвязь / Н. И. Голивкин // Рудоносность докембрия КМА. – М. : Наука, 1969. – С. 13–20.

7. Международный минералогический комитет. – (<http://www.mindat.org>).

8. 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.

ООО «Белгородская ГДК»

И. И. Никулин, главный геолог

Тел. 8 (915) 570-38-21

ivnikulin@rambler.ru

«Belgorod mining company ltd.»

I. I. Nikulin, the great geologist

Тел. 8 (915) 570-38-21

ivnikulin@rambler.ru