

УДК 549 : 553.31 (470.325)

Зима С.Н., Семенихина Ек.В., Артюхова А.В., Дмоховская С.В.

## **МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ПРИОСКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУРСКАЯ МАГНИТНАЯ АНОМАЛИЯ)**

*Приведены результаты изучения морфологии, анатомии индивидов и агрегатов рудообразующих минералов месторождения, их химического состава, плотности, параметров кристаллической решетки.*

Минеральный состав руд, размер, морфология, взаимное расположение, характер сростания индивидов рудных и нерудных минералов, морфология и расположение их агрегатов, а также химический состав и физические свойства минералов и руд в целом – факторы, оказывающие определяющее влияние на обогатимость руды. Только с учетом всего комплекса минералогических особенностей руды можно установить необходимую степень ее измельчения, спрогнозировать и дать правильное объяснение поведения минералов при ее обогащении.

Материалом для минералогических исследований авторов послужили железистые кварциты Приоскольского месторождения, отобранные в южной (проба №1), а также в центральной и северной (проба №2) частях месторождения. Из материала этих проб были выделены и изучены мономинеральные фракции основных минералов месторождения – магнетита, куммингтонита, натриевых амфиболов, эгирина и биотита.

Изучение мономинеральных фракций проводилось методами химического, рентгеноструктурного, полуколичественного спектрального анализа. Все исследования выполнялись по методикам, разработанным в Научно-исследовательском и проектном институте «Механобрчермет» (г. Кривой Рог).

Химический состав материала мономинеральных фракций приведен в табл. 1. С использованием результатов полного силикатного химического анализа по специально разработанной методике были рассчитаны химические формулы минералов. Рентгеноструктурный анализ выполнялся с помощью диффрактометра ДРОН-1 при следующих условиях съемки:  $\text{Co-K}_\alpha$ -излучение,  $U = 25\text{kV}$ ,  $I = 8\text{mA}$ . Рентгенограммы мономинеральных фракций сопоставлялись с рентгенограммами эталонных образцов, приведенными в картотеке ASTM [7] и рентгенометрическом определителе минералов В.И.Михеева [5].

Наличие микропримесей в составе минералов (табл. 2) определялось методом полуколичественного спектрального анализа с использованием спектрографа ИСП-28.

Таблица 1.

Содержание химических компонентов (мас.%)  
в составе материала мономинеральных фракций  
(по данным силикатного химического анализа)

Химические компоненты	Минералы				
	магнетит	куммингтонит	натриевый амфибол	эгирин	биотит
Fe <sub>общ.</sub>	71,72	26,51	19,00	23,46	16,45
Fe <sup>2+</sup>	23,44	24,27	6,92	0,43	11,31
Fe <sup>3+</sup>	48,28	2,24	12,07	23,03	5,14
SiO <sub>2</sub>	0,00	50,20	54,00	53,00	34,80
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,09	0,02	0,01	0,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	0,57	0,25	0,20	12,91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68,97	3,20	17,25	32,90	7,34
FeO	30,13	31,20	8,90	0,55	14,54
MnO	0,75	0,35	0,22	0,04	0,25
MgO	0,00	10,85	10,03	0,16	15,48
CaO	0,00	0,75	0,46	0,74	0,68
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,25	6,95	11,84	0,49
K <sub>2</sub> O	0,00	0,04	0,13	0,25	4,51
CO <sub>2</sub>	0,00	0,65	0,02	0,00	3,54
п.п.п.	0,00	2,50	1,79	0,32	7,10
<b>Всего</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Таблица 2.

Содержание химических элементов-примесей (мас.%)  
в составе материала мономинеральных фракций  
(по данным полуколичественного спектрального анализа)

Химические элементы	Минералы				
	магнетит	куммингтонит	натриевый амфибол	эгирин	биотит
Ti	0,07	0,05	0,07	0,05	≥1
Mn	0,02	0,03	0,02	0,04	<0,1
Cr	о. сл.	–	0,001	0,003	0,007
V	–	–	о. сл.	сл.	0,0003
Ni	0,0005	0,001	<0,0005	<0,0005	0,003
Cu	≥0,0001	0,0005	0,0005	0,0002	0,0003
Pb	о. сл.	0,001	сл.	0,001	сл.
Ge	сл.	сл.	–	–	–
Sn	–	0,001	0,001	сл.	–
Ba	о. сл.	о. сл.	–	–	сл.

Проводилось определение, но не были выявлены химические элементы: Co, Zn, Cd, Ag, Au, Bi, As, Sb, Ge, Ga, Tl, In, W, Mo, Zr, Hf, Nb, Ta, Be, Sc, Y, La, Ce, Yb, Sm, Lu, Pt, Pd, Ir;

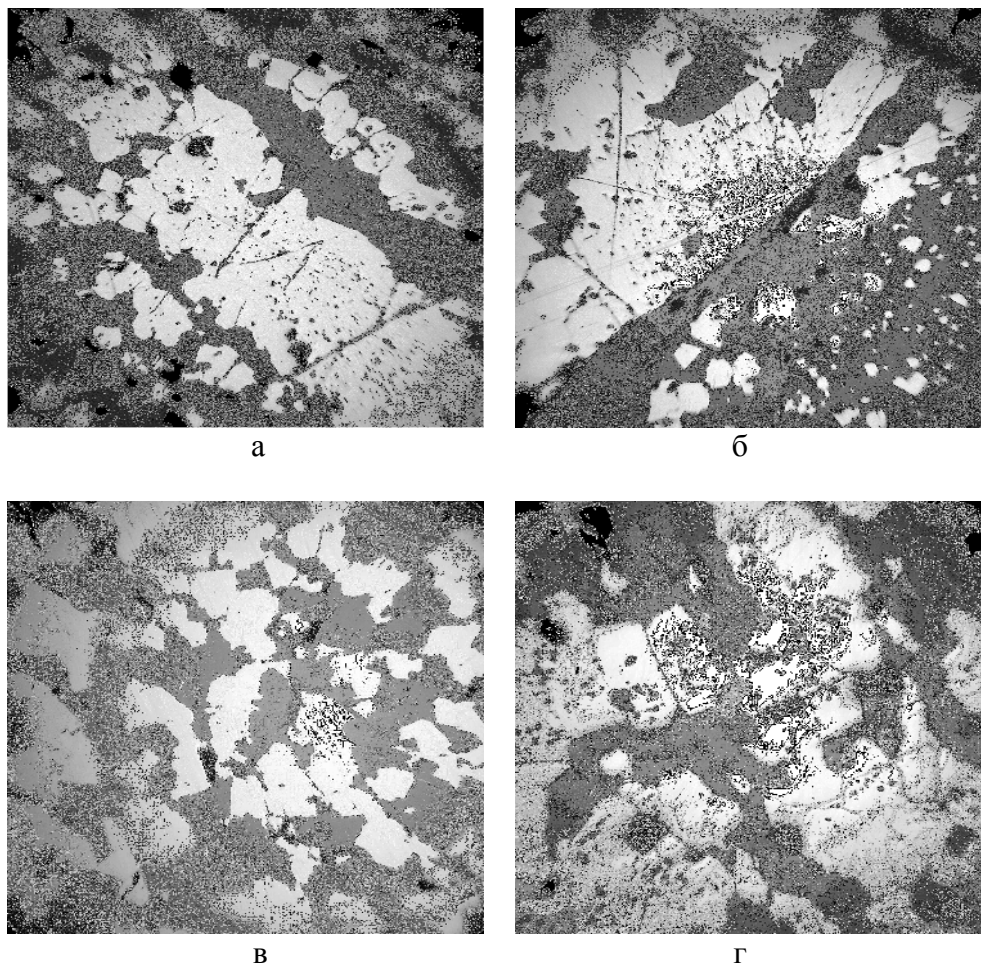
(сл.) – линия на спектрограмме проявлена слабо;

(о. сл.) – линии на спектрограмме проявлена очень слабо;

(–) – линия на спектрограмме не проявлена (химический элемент в составе материала пробы отсутствует или его содержание ниже порога чувствительности метода).

Ниже приводится характеристика рудообразующих, второстепенных и аксессуарных минералов магнетитовых кварцитов месторождения.

**Магнетит** в рудных прослоях железистых кварцитов содержится в количестве до 60-80 объемн.%. Образует изометричные или слегка удлинённые индивиды размером от 0,02 до 0,4 (наиболее распространенные значения 0,05-0,25 мм), но чаще наблюдается в виде агрегатов разной формы – ленточных, блоковых, ветвистых, вкрапленных (рис. 1).



**Рис. 1.** Особенности морфологии индивидов и агрегатов магнетита из рудных прослоев железистых кварцитов (пояснения в тексте).

Светлосерое – магнетит; темносерое – кварц и силикаты; черное – поры.

Отраженный свет; без анализатора; увеличение 80<sup>x</sup>.

Размер агрегатов магнетита изменяется от 0,3 до 1,5 мм. В материале пробы №1 значительно чаще присутствуют выделения магнетита, имеющие неправильную, усложненную форму и очертания (рис. 1в), тогда как в материале пробы №2 широко распространены идиоморфные

индивиды с преобладанием комбинации граней куба и октаэдра (рис. 1а, 1г).

В смешанных прослоях железистых кварцитов количество магнетита уменьшается до 15-20 объемн.%. Здесь он встречается, преимущественно, в виде разобщенных идиоморфных индивидов размером 0,01-0,10 мм, реже до 0,15-0,30 мм. В нерудных прослоях изредка отмечается редкая вкрапленность мелких (менее 0,04 мм, но чаще менее 0,02 мм) хорошо кристаллографически выраженных кристаллов магнетита.

В кристаллах и агрегатах магнетита в небольшом количестве (1-3 объемн.%) содержатся включения силикатов, средний размер которых не превышает 0,02 мм. Кроме того, в них присутствуют пойкилобласты кварца размером до 0,01 мм (рис. 1г). Это может быть причиной образования бедных сростков при измельчении руды.

Мономинеральная фракция магнетита содержит 71,72 мас.% железа (табл. 1).

В табл. 3 приведены результаты рентгенометрического анализа магнетита. Параметр его кристаллической решетки, рассчитанный по данным рентгеноструктурного анализа, составляет  $a_{\text{ср.}}=8,398\pm 0,003\text{ \AA}$ . Плотность магнетита  $5000\text{ кг/м}^3$ . Рассчитанная по данным силикатного химического анализа формула минерала:

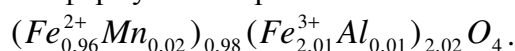


Таблица 3.

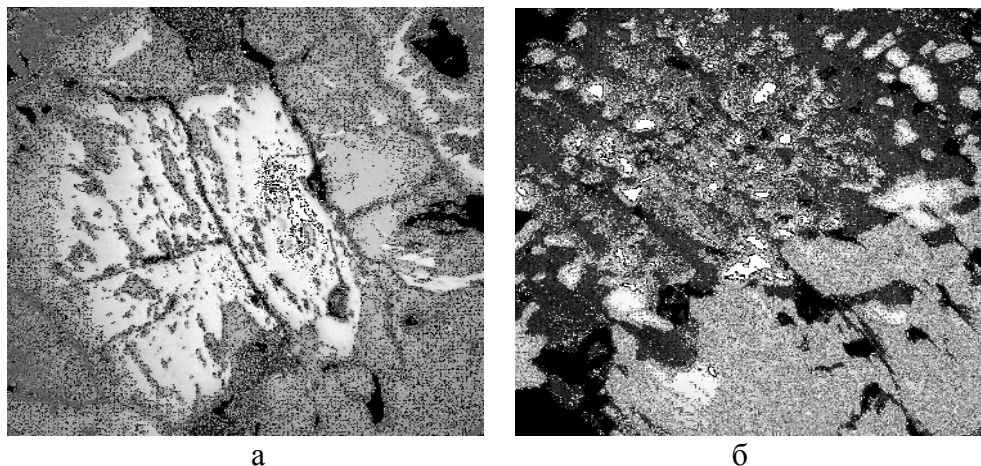
Межплоскостные расстояния магнетита

l	d/n	l	d/n	l	d/n
14	4,86	51	1,615	8	1,1223
56	2,97	70	1,484	20	1,0935
100	2,54	12	1,328	10	1,0498
4	2,42	10	1,281	5	0,9901 ш
32	2,10	3	1,266 ш	11	0,9706
11	1,714	6	1,212		

Здесь и далее в соответствующих таблицах: *l* – интенсивность пика; *d/n* – значение межплоскостных расстояний для линий, вызванных  $\alpha$ -излучением; *ш* – широкая линия; *дв* – двойная линия; *р* – расщепленная (размытая) линия.

**Гематит** представлен двумя морфологическими разновидностями: железной слюдкой и мартитом. Железная слюдка присутствует только в материале пробы №1. Является рудообразующим минералом гематит-магнетитовых кварцитов, входит в состав гематит-кварцевых прослоев, чередующихся с рудными (кварц-магнетитовыми) и кварцевыми прослоями (рис. 2б). Форма индивидов таблитчатая, размер от 0,02 до 0,06 мм. Реже индивиды железной слюдки присутствуют в рудных прослоях, образуя срастания с индивидами магнетита или включения в наиболее крупных из них. Мартит отмечается чаще по сравнению с железной слюдкой, присутствует в составе материала обеих изученных проб. Является, вероятно, продуктом гипергенного замещения магнетита гема-

титом. Часто наблюдается развитие каемок мартита (шириной от нескольких до десятка микронов) по периферии индивидов и агрегатов магнетита, а также практически полное замещение магнетита гематитом (рис. 2а).



*Рис. 2. Особенности морфологии индивидов и агрегатов гематита (пояснения в тексте).*

*Белое – гематит; светлосерое – магнетит; темносерое – кварц и силикаты; черное – поры.*

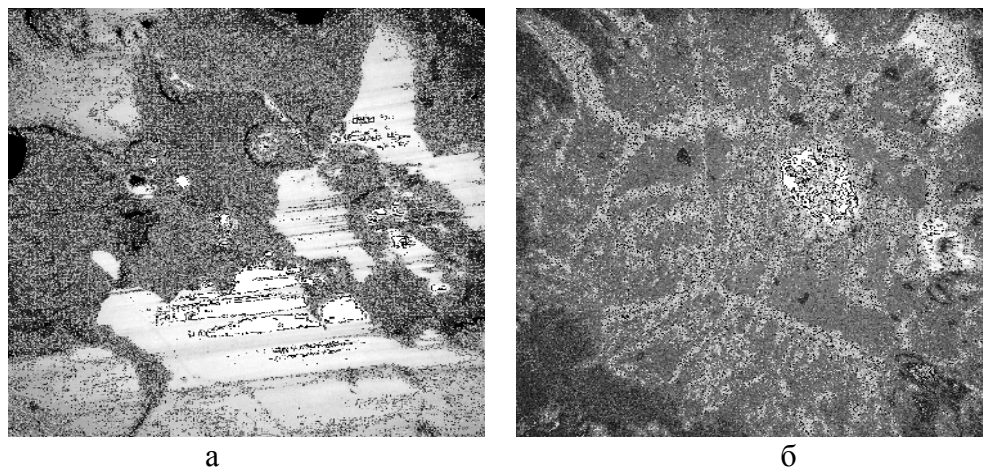
*Отраженный свет; без анализатора; увеличение 130<sup>x</sup>.*

**Гидроксиды железа** в небольшом количестве присутствуют в составе материала обеих проб, преимущественно, в силикат-магнетитовых кварцитах. Представлены, в основном, гетитом, изредка отмечается лепидокрокит. Дисперсные выделения гидроксидов железа обычно развиваются по трещинам спайности силикатов, часто разрастаясь в нитевидные, хлопьевидные агрегаты (рис. 3б). Иногда наблюдаются почковидные и струйчатые метаколлоидные агрегаты гетита (рис 3а).

**Пирит** в составе материала обеих проб встречается, главным образом, в силикатных (биотитовых) прослоях в виде единичных субидоморфных кристаллов, часто в срастании с кристаллами магнетита, а также в виде гнездовидных скоплений индивидов и тонких прожилков в ассоциации с карбонатами. Иногда в агрегатах пирита присутствует пирротин.

**Кварц** – наиболее распространенный нерудный минерал железистых кварцитов месторождения. Он образует самостоятельные прослои мощностью до 5-10 мм в магнетитовых кварцитах и до 20 мм и более в куммингтонит-магнетитовых (проба №1) и щелочноамфибол-магнетитовых (проба №2) кварцитах. В рудных и смешанных прослоях кварц заполняет промежутки между индивидами и агрегатами магнетита; здесь он характеризуется размером выделений 0,1-0,2 мм в прослоях

существенно магнетитового состава и 0,01-0,05 мм в прослоях гематит-магнетитового состава. В некоторых случаях, что более характерно для пробы №2, индивиды кварца размером менее 10 мкм образуют включения в индивидах и агрегатах магнетита (рис. 1г). В нерудных прослоях размер индивидов кварца колеблется от 0,02 до 0,15 мм. Они нередко содержат мелкие включения магнетита и гематита (рис. 1б, 2б). В участках перекристаллизации, особенно в центральных частях нерудных прослоев наблюдается более крупнозернистый (0,15-0,45 мм) кварц, почти не содержащий включений магнетита.



**Рис. 3.** Особенности морфологии индивидов и агрегатов гематита.  
а – концентрически-зональные микросферолиты гематита в секущих трещинах; б – нитевидные выделения гематита по трещинам спайности куммингтонита.

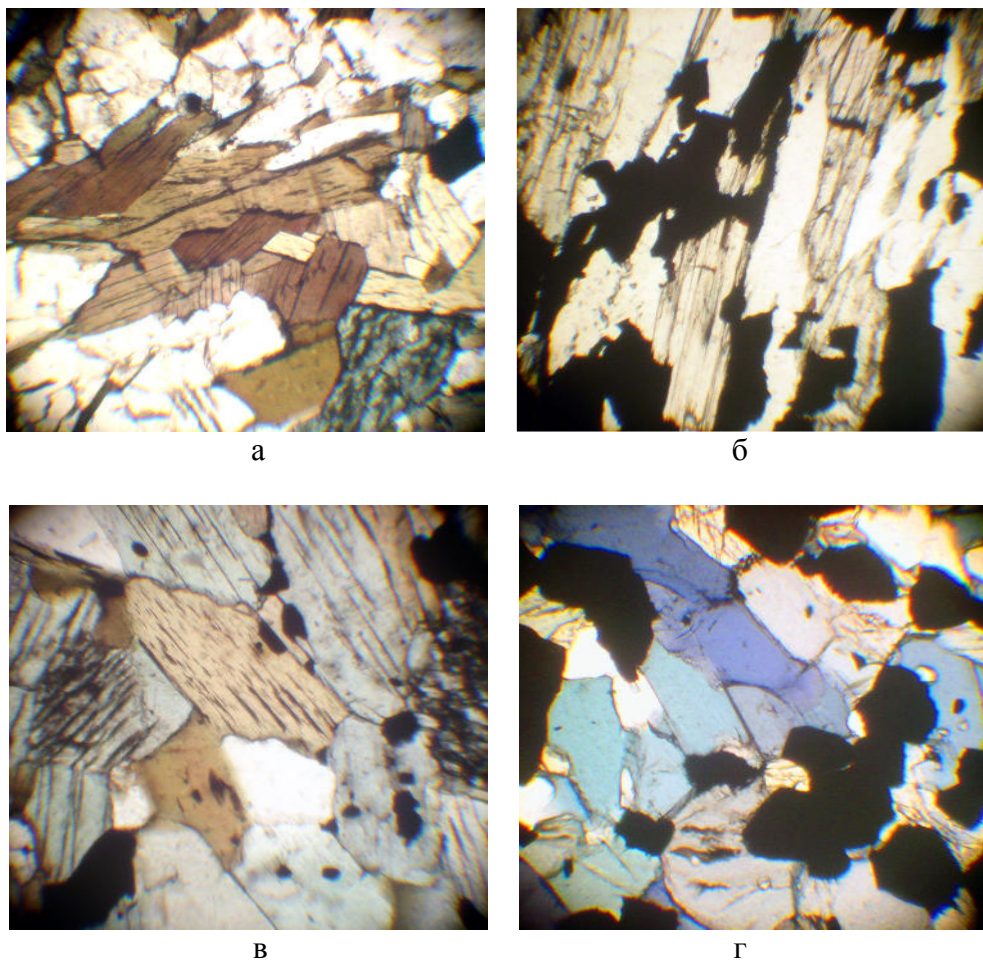
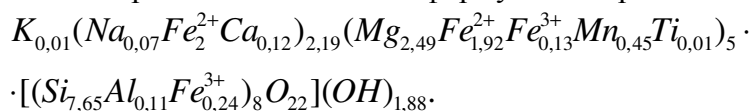
Светлосерое – магнетит; темносерое – кварц и силикаты; черное – поры.

Отраженный свет; без анализатора; увеличение 130<sup>x</sup>.

**Куммингтонит** присутствует в составе железистых кварцитов практически всех текстурно-минералогических разновидностей. Наиболее широко он представлен в куммингтонит-магнетитовых, малорудных биотит-магнетит-куммингтонитовых кварцитах пробы №1 и куммингтонит-магнетитовых, безрудных силикатных кварцитах пробы №2. Формой проявления куммингтонита в железистых кварцитах пробы №1 часто являются игольчатые кристаллы длиной до 0,1-0,2 мм, образующие спутанно-волокнистые и сноповидные агрегаты, находящиеся в тесном сростании с индивидами и агрегатами магнетита. В составе метасоматически измененных железистых кварцитов проб №1 и №2 отмечается куммингтонит в виде крупных (0,45-1,5 мм) призматических кристаллов, часто содержащих включения магнетита (рис. 4б). Плотность минерала 3270 кг/м<sup>3</sup>. В табл. 4 приведены результаты рентгено-



метрического анализа куммингтонита. Общее содержание железа в составе куммингтонита 26,51 мас.%. По результатам химического анализа, была рассчитана кристаллохимическая формула минерала:



**Рис. 4.** Морфология индивидов и агрегатов биотита (коричневое – а), куммингтонита (серовато-желтое – б), магнезиорибекита (голубовато-серое – в), рибекита (голубое, синее – г) и особенности их пространственных взаимоотношений с индивидами и агрегатами магнетита (черное) и кварца (белое).

Проходящий свет; без анализатора; увеличение 175<sup>x</sup>.

**Натриевые амфиболы**, представленные магнезиорибекитом, рибекитом (рис. 4в, 4г) и волокнистой разновидностью рибекита – крокидолитом, присутствуют в составе железистых кварцитов практически всех минеральных разновидностей – как пробы №1, так и пробы №2.

Обычно их выделения сосредоточены в рудных прослоях железистых кварцитов или вдоль контактов рудных и нерудных (кварцевых) прослоев. Представлены призматическими кристаллами длиной до 0,30-0,45 мм; нередко образуют самостоятельные прослои мощностью до 3-6 мм, сложенные таблитчатыми и длиннопризматическими индивидами. Со щелочным амфиболом, как правило, ассоциирует апатит, образующий в агрегатах натриевых амфиболов идиоморфные включения размером 0,05-0,10 мм.

Таблица 4.

Межплоскостные расстояния куммингтонита

l	d/n	l	d/n	l	d/n
76	8,32	10	2,98	23	1,657
8	4,65	34	2,76	10	1,628
22	4,57	12	2,62	48	1,519
28	4,15	8	2,50 шир.	40	1,516
6	3,87	10	2,29 шир.	23	1,404 дв.
6	3,60	10	2,22	9	1,382
18	3,44	27	2,19	5	1,327
44	3,25	5	2,09		
100	3,06	5	2,04		

По данным изучения материала мономинеральных фракций, среднее содержание железа в составе натриевых амфиболов 19,0 мас.%. Средняя их плотность 3200 кг/м<sup>3</sup>. Результаты рентгенометрического анализа натриевых амфиболов приведены в табл. 5. Кристаллохимическая формула минерала:

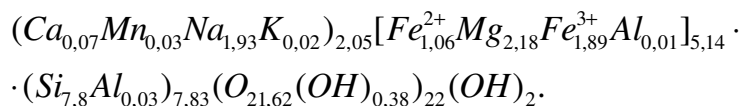


Таблица 5.

Межплоскостные расстояния натриевого амфибола

l	d/n	l	d/n	l	d/n	l	d/n
10	(9,26)	18	2,79	12	1,629	15	1,296
9	9,09	15	2,71	10	1,677 дв	12	1,291
100	8,39	5	2,59 ш	10	1,586	10	1,280 ш
4	4,87 ш	7	2,53 дв	19	1,574 дв	6	1,188
11	4,50 дв	5	2,31	4	1,512	8	1,172
6	4,18	5	2,29	5	1,503	5	1,064
15	3,40 дв	7	2,26	7	1,452 ш	10	1,035 ш
20	3,26 р	10	2,17	39	1,422	5	1,033
70	3,10 р	13	1,694 р	8	1,378	6	0,988 ш
5	2,99	10	1,680	12	1,374		
	2,96	26	1,652	10	1,346 р		

**Эгирин** является продуктом натриевого метасоматоза железистых кварцитов месторождения. Характерен, преимущественно, для материала пробы №1. Довольно часто он присутствует в виде включений в руд-



ных и нерудных (кварцевых) прослоях, реже образует самостоятельные прослои, тяготеющие к поверхностям контакта рудных и нерудных прослоев исходных железистых кварцитов. Мощность прослоев, обогащенных эгирином, колеблется в пределах 1-20 мм. Наибольшее его количество отмечено в составе магнетитовых кварцитов, содержащих натриевые амфиболы. Преобладающий размер индивидов эгирина 0,2-0,4 мм. Плотность минерала 3650 кг/м<sup>3</sup>. Общее содержание железа составляет 23,46% (табл. 1). Межплоскостные расстояния эгирина приведены в табл. 6. Рассчитанная по данным химического анализа кристаллохимическая формула минерала:

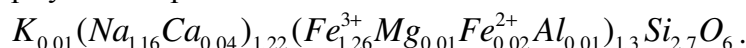


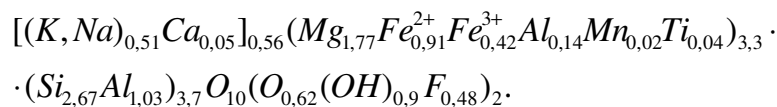
Таблица 6.

Межплоскостные расстояния эгирина

l	d/n	l	d/n	l	d/n	l	d/n
10	6,51	4	2,26	5	1,684	13	1,327
76	6,36	14	2,19	5	1,661	4	1,296
58	4,38	35	2,12	25	1,611	13	1,270
51	3,18	33	2,091	27	1,608	6	1,238
100	2,98	32	2,025 дв	26	1,588 ш	9	1,228
70	2,90	4	1,982	30	1,524	5	1,198
16	2,54	4	1,982	6	1,469	6	1,158
44	2,53	46	1,728	10	1,397	11	1,060
63	2,46	35	1,724	7	1,375		

**Биотит** отмечается, преимущественно, в виде пластинчатых, таблитчатых индивидов в нерудных (кварцевых, силикат-кварцевых) прослоях магнетит-силикатных, силикат-магнетитовых кварцитов. Часто образует тесные срастания с индивидами куммингтонита (рис. 3а). Иногда в составе силикат-содержащих железистых кварцитов наблюдаются мономинеральные прослои крупночешуйчатого (максимальный размер до 0,5-1,0 мм) биотита. Плотность минерала 3040 кг/м<sup>3</sup>. Общее содержание железа в составе биотита 16,45 мас.%. Результаты рентгенометрического анализа приведены в табл. 7.

Рассчитанная по данным химического анализа кристаллохимическая формула биотита:



**Роговая обманка** отмечена в составе железистых кварцитов пробы №2. Представлена призматическими кристаллами размером от 0,1x0,3 до 0,5x2,0 мм (преобладающий размер 0,4x0,9 мм). В процессе эпигенетических изменений происходило замещение кристаллов роговой обманки мелкочешуйчатыми агрегатами хлорита.

**Зеленая слюда (селадонит)** в количественном отношении значительно уступает биотиту. Обычно ее пластинчатые, чешуйчатые кристаллы присутствуют в нерудных (кварцевых) прослоях железистых кварцитов, чаще всего в ассоциации с агрегатами кварца и натриевого амфибола.

Таблица 7.

Межплоскостные расстояния биотита

l	d/n	l	d/n	l	d/n
100	10,07	11	2,28 ш	10	1,469
16	4,53 ш	11	2,23 ш	13	1,440
9	4,20	15	2,18	20	1,367
40	3,37	15	1,999	16	1,338
16	2,89	13	1,867 ш	19	1,320 ш
20	2,74	16	1,817	10	1,296
37	2,70	9	1,722	10	1,253
16	2,53 ш	13	1,678		
21	2,44	18	1,545		

**Карбонаты** отмечаются относительно редко, образуют отдельные ксеноморфные индивиды в сростании с индивидами и агрегатами силикатов.

**Апатит** в небольшом количестве (в среднем не более 0,1-0,2 объёмн.%) встречается в составе железистых кварцитов обеих проб. Форма индивидов апатита короткопризматическая; размер их от 0,04×0,10 до 0,10×0,20 мм, преобладающий размер 0,05×0,15 мм. Чаще всего отмечается в нерудных (силикатных и кварцевых) прослоях, реже образует пойкилобласты в индивидах рудообразующих минералов, в том числе магнетита.

**Полевые шпаты** представлены альбитом и ортоклазом. Иногда относительно крупные (до 0,5-1,0 мм по максимальному измерению) их порфириобласты, содержащие многочисленные включения мелких индивидов магнетита, кварца, силикатов, фиксируются в нерудных (силикатных, силикат-кварцевых) прослоях силикат-магнетитовых и малорудных магнетит-силикатных кварцитов месторождения.

Индивиды и агрегаты рудных и нерудных минералов, как правило, не образуют сложных сростаний. Исключением являются участки, в пределах которых проявлен синметаморфический процесс прорастания агрегатов магнетита и кварца спутанно-волокнистыми агрегатами куммингтонита.

Для небольшого количества выделений магнетита (1-3% от их общего количества) отмечается наличие в них пойкилобластов нерудных минералов (кварц, силикаты) размером 10-15, реже до 25-50 мкм. В свою очередь, мелкие (10-40 мкм) кристаллы магнетита иногда образуют включения в индивидах и агрегатах кварца и силикатов. Такие пространственные взаимоотношения выделений рудных и нерудных минералов являются причиной недостаточно эффективного их раскрытия

при рудоподготовке. Присутствие сростков рудных и нерудных минералов в продуктах измельчения не позволяет получать магнетитовый концентрат с высоким содержанием железа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Борнеман-Старынкевич И.Д.** *Руководство по расчету формул минералов* // Москва: Наука, 1964.– 224 с.
2. **Журба Г.В.** *Эмиссионный полуколичественный анализ по методу появления и усиления спектральных линий (таблицы появления и усиления спектральных линий)*. – Кривой Рог, 2007.
3. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др.** *Минералогия Криворожского бассейна* // Киев: Наукова думка, 1977.– 544 с.
4. **Лодочников В.Н.** *Главнейшие породообразующие минералы* // Москва: Недра, 1974.– 248 с.
5. **Михеев В.И.** *Рентгенометрический определитель минералов* // Москва: Госгеолтехиздат, 1957.– 868 с.
6. **Рамдор П.** *Рудные минералы и их сростания* // Москва: Изд. иностранной литературы, 1962.– 1132 с.
7. **ASTM.** *X-Ray Diffraction Data Cards.*– Philadelphia, 1950.

#### **ЗИМА С.М., СЕМЕНИХІНА Єк.В., АРТЮХОВА А.В., ДМОХОВСЬКА С.В.** **Мінералогічна характеристика магнетитових кварцитів Приоскольського родовища (Курська магнітна аномалія).**

**РЕЗЮМЕ.** Рудоутворювальними мінералами залізистих кварцитів Приоскольського родовища є магнетит, гематит, кварц, кумінгтоніт, натрієві амфіболи (магнезиорибекіт, рибекіт), егірин. Другорядне значення мають біотит, селадоніт, рогова обманка, карбонати, польові шпати (альбіт, ортоклаз), гідроксиди заліза (гетит, рідше лепідокрокіт), сульфіді (переважно, пірит), апатит. Індивіди магнетиту та інших мінералів, зазвичай, не утворюють складних агрегатів, які ускладнюють процес збагачення бідних магнетитових руд.

**Ключові слова:** залізо-кремніста формація, Курська магнітна аномалія, магнетитові кварцити, мінеральний склад, технологічна мінералогія.

#### **ЗИМА С.Н., СЕМЕНИХИНА Ек.В., АРТЮХОВА А.В., ДМОХОВСКАЯ С.В.** **Минералогическая характеристика магнетитовых кварцитов Приоскольского месторождения (Курская магнитная аномалия).**

**РЕЗЮМЕ.** Рудообразующими минералами железистых кварцитов Приоскольского месторождения являются магнетит, гематит, кварц, куммингтонит, натриевые амфиболы (магнезиорибекит, рибекит), эгирин. Второстепенное значение имеют биотит, селадонит, роговая обманка, карбонаты, полевые шпаты (альбит, ортоклаз), гидроксиды железа (гетит, реже лепидокрокит), сульфиды (преимущественно, пирит), апатит. Индивиды магнетита и других минералов, как правило, не образуют

*сложных агрегатов, которые усложняют процесс обогащения бедных магнетитовых руд.*

**Ключевые слова:** железисто-кремнистая формация, Курская магнитная аномалия, магнетитовые кварциты, минеральный состав, технологическая минералогия.

**ZIMA S.M., SEMENIKHINA Ek.V., ARTYUKHOVA A.V., DMOKHOVSKA S.V. Mineralogical characteristic of magnetite quartzites of the Prioskolskoye deposit (Kursk Magnetic Anomaly).**

*SUMMARY. Magnetite, hematite, quartz, cummingtonite, sodium amphiboles (magnesian riebeckite, riebeckite), aegirine are the main ore forming minerals of ferruginous quartzites of the Prioskolskoye deposit. Biotite, celadonite, hornblende, carbonates, feldspars (albite, oligoclase), iron hydroxides (goethite, less often lepidocrocite), sulphides (mainly pyrite), apatite are of the secondary importance. Individuals of magnetite and other minerals do not mostly form complex aggregates, which complicate the process of low grade magnetite ores beneficiation.*

**Key words:** banded iron formation, Kursk Magnetic Anomaly, magnetite quartzites, mineral composition, technological mineralogy.

*Надійшла до редакції 14 вересня 2009 р.  
Представив до публікації проф. В.Д.Евтехов.*