

ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ МАГНЕТИТОВЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТАРООСКОЛЬСКОГО РУДНОГО УЗЛА КМА

Е. И. Дунай, И. Ф. Плужников, **В. Ш. Алитдинов**

ООО «Белгородгеология»

Поступила в редакцию 17 августа 2015 г.

Аннотация: геолого-технологическое картирование месторождений магнетитовых кварцитов проводится на всех стадиях разведки и эксплуатации и включает в геологоразведочный процесс этот вид работ с отбором малых технологических проб для определения пространственного распределения природных и технологических типов и сортов по рудным залежам, первоочередным участкам и месторождениям. В статье обобщены результаты работ, полученные по технологическому изучению 1550 рядовых проб при доразведке, эксплуатационной разведке Стойленского, Коробковского и Лебединского месторождений за двадцатилетний период. Приведены показатели магнитного обогащения железистых кварцитов этих месторождений.

Ключевые слова: район КМА, рудный узел, железистые кварциты, магнитное обогащение, рудный концентрат, выход, извлечение, доля железа в концентрате, сорт, геолого-технологический тип.

GEOLOGICAL TECHNOLOGICAL MAPPING OF MAGNETITE QUARTZITE DEPOSITS AT KMA STARY OSKOL ORE CLUSTER

ABSTRACT: GEOLOGICAL TECHNOLOGICAL MAPPING OF MAGNETITE QUARTZITE DEPOSITS IS CONDUCTED AT ALL EXPLORATION AND EXPLOITATION STAGE; THE EXPLORATION PROCESS ALSO INVOLVES OBTAINING SMALL TECHNOLOGICAL SAMPLES IN ORDER TO DETERMINE THE SPATIAL DISTRIBUTION OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL TYPES AND GRADES OF ORES, PRIORITY AREAS AND FIELDS. THE PAPER SUMMARIZES THE DATA FOR 1,550 GRAB SAMPLES TAKEN IN THE COURSE OF ADDITIONAL AND OPERATIONAL EXPLORATION OF STOYLENSKIY, KOROBKOVSKIY AND LEBEDINSKIY FIELDS OVER A PERIOD OF TWENTY YEARS. THE TABLE SHOWS THE FIGURES FOR MAGNETIC SEPARATION OF FERRUGINOUS QUARTZITES FROM THESE DEPOSITS.

KEY WORDS: KMA DISTRICT, ORE CLUSTER, FERRUGINOUS QUARTZITES, MAGNETIC SEPARATION, ORE CONCENTRATE, YIELD, EXTRACTION, IRON PERCENTAGE IN THE CONCENTRATE, GEOLOGICAL TECHNOLOGICAL TYPE

В Старооскольском рудном узле КМА ведется добыча магнетитовых железистых кварцитов курской серии нижнего протерозоя на Коробковском, Лебединском и Стойленском месторождениях соответственно комбинатом КМАруда, Лебединским и Стойленским ГОКаами. Все месторождения имеют сложноскладчатое строение [1]. Обогащение железистых кварцитов производится относительно простым магнитным способом с получением качественного концентрата с содержанием железа 66,0–68,5 %. На Лебединском ГОКе для обеспечения железорудным сырьем Оскольского электрометаллургического комбината и для собственного производства металлургических брикетов содержание железа в концентрате доводится до 70 % путем дообогащения [4].

В 1994–2015 гг. ОАО, а с 2004 г. ООО «Белгородгеология», при доизучении эксплуатируемых месторождений выполняет геолого-технологическое картирование железистых кварцитов для уточнения технологических свойств и определения пространственного

распределения их минеральных типов и технологических сортов на первоочередных участках отработки месторождений. Картирование выполнялось в соответствии с действующей «Временной инструкцией по геолого-технологическому картированию месторождений магнетитовых кварцитов» [2].

На Коробковском месторождении на Юго-Западном участке и Малой Южной залежи изучено 106 малообъемных технологических проб железистых кварцитов, на Лебединском месторождении – 118 проб, на Стойленском – 1326 проб. Всего при написании данной статьи использовано 1550 проб, отобранных из 3 месторождений.

Малые технологические пробы весом в 10 кг компоновались из остатков 3–5 рядовых керновых проб или бороздовых общим начальным весом в 40–60 кг, в основном, одного минерального типа пропорционально длинам рядовых проб. Технологические испытания их выполнялись БФ «Белмеханобрчермет», а с 2009 г. ООО «Белмеханобрчермет», по схеме,

Таблица 1

Показатели магнитного обогащения железистых кварцитов месторождений Старооскольского рудного узла КМА

Копиенство проб	Классификация железистых кварцитов			Массовая доля в исходной пробе, %		Удельная производительность мельницы при 65% кл.-0,071 мм, кг/л. час	Показатели обогащения концентрата при крупности 80% кл.-0,045мм			Коэффициент производительности (Fe _ж в концентрате из 1 т кварцитов), кг/т, (Кпр.)	
	Сорта по обогатимости	Группы по продуктивности	Индекс по изменчивости	Геолого-технологический тип и минералогические разновидности	Fe _{общ}		Fe _{магн}	Выход, %	Массовая доля Fe в концентрате		Извлечение Fe в концентрат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1. Стойленское месторождение

I. Верхняя железорудная подсвета PR₁K₂, Западная залежь + Главная + Южная

20	ВЛО-СО ВЛО(95%)	IV-III IV(65%)	СИ-ЛИ ЛИ(90%)	Железнослюдково-магнетитовый	34,70- 41,08 37,54	20,05-28,53 23,71	0,457-0,816 0,654	30,1- 40,5 34,87	65,9-71,9 70,52	60,4-74,8 65,83	214,7-275,9 245,9
840	ВЛО-ПО ВЛО(95%)	IV-I I+II(76%)	ЛИ-ТИ ЛИ(62%)	Магнетитовый	22,40- 41,60 35,64	17,36-37,76 29,92	0,227-0,884 0,541	25,2- 55,0 43,95	61,3-72,0 69,21	65,6-97,5 85,45	161,5-369,5 304,1
203	ВЛО-НПО ВЛО+ЛО(66%)	IV-II IV(80%)	ЛИ-ТИ СИ(37%)	Силкатно-магнетитовый	17,46- 35,65 29,04	11,12-26,47 19,97	0,214-0,705 0,449	16,2- 42,0 30,58	57,6-71,4 66,96	37,3-89,3 70,09	112,6-266,3 203,5
44	ВЛО-ПО ВЛО(70%)	IV-II IV(52%)	ЛИ-ТИ ЛИ(36%)	Полуокисленный	17,46- 35,65 31,79	11,12-26,47 17,89	0,214-0,705 0,527	16,2- 42,0 33,25	57,6-71,4 67,08	37,3-89,3 64,95	112,6-266,3 227,9
1107	ВЛО(91%)	II(25%)	ЛИ(55%)	Средние показатели по залежам			0,528	41,6	68,9	82,5	286,8

Северо - Восточная Залежь

3	ВЛО(100%)	IV-II III(33%)	СИ-ЛИ ЛИ(67%)	Железнослюдково-магнетитовый	38,66- 39,83 39,25	21,89-28,03 25,18	0,460-0,628 0,554	30,7- 41,5 36,61	70,2-71,4 70,80	56,1-76,6 67,12	219,17-291,4 259,0
50	ВЛО-ЛО ВЛО(88%)	III-I I+II(80%)	ЛИ-ТИ ЛИ(66%)	Магнетитовый	30,06- 41,88 37,70	14,38-36,47 31,42	0,375-0,784 0,525	33,8- 52,2 44,31	66,3-71,6 69,90	64,5-94,0 84,36	251,7-361,9 309,7
4	ВЛО-НПО СО(25%)	IV(100%)	ЛИ-ТИ ТИ(50%)	Силкатно-магнетитовый	30,06- 32,97 31,62	15,15-20,94 19,57	0,288-0,573 0,468	27,5- 32,8 30,33	57,7-68,4 65,27	54,5-67,5 62,74	174,0-201,9 197,5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	ВЛО(100%)	IV-III-II IV(57%)	ЛИ-СИ СИ(71%)	Полуокисленный	$\frac{31,75-32,97}{36,87}$	$\frac{14,38-25,44}{19,27}$	$\frac{0,403-0,628}{0,486}$	$\frac{30,4-42,6}{34,8}$	$\frac{69,7-71,2}{70,23}$	$\frac{56,7-73,2}{68,22}$	$\frac{211,9-299,4}{244,5}$
Средние показатели по залежи											
64	ВЛО(86%)	II(40%)	ЛИ(55%)		37,55	30,24	0,523	43,14	69,85	82,22	301,3

II. Нижняя железорудная подсыта PR₁K₁, Юго-Западная залежь + Северо-Западная + Восточная залежи

2	ВЛО(100%)	IV(100%)	СИ(100%)	Железнослюдково-магнетитовый	$\frac{36,24-37,17}{36,91}$	$\frac{19,28-20,60}{20,23}$	$\frac{0,442-0,487}{0,474}$	$\frac{31,1-33,1}{32,54}$	$\frac{68,6-71,4}{69,35}$	$\frac{60,1-61,0}{60,75}$	$\frac{222,1-226,9}{225,54}$
104	ВЛО-ЛО ВЛО(90%)	IV-I II(41%)	ЛИ-ТИ СИ(57%)	Магнетитовый	$\frac{28,02-60,05}{36,16}$	$\frac{21,32-54,75}{30,24}$	$\frac{0,345-0,676}{0,469}$	$\frac{24,2-68,2}{42,78}$	$\frac{66,1-71,7}{69,71}$	$\frac{66,6-96,5}{84,05}$	$\frac{170,5-484,9}{298,1}$
35	ВЛО-ГО ВЛО(67%)	IV-I IV(83%)	ЛИ-ТИ СИ(46%)	Силкатно-магнетитовый	$\frac{19,52-34,90}{29,16}$	$\frac{9,58-24,91}{19,45}$	$\frac{0,324-0,653}{0,477}$	$\frac{12,0-46,2}{29,23}$	$\frac{62,6-71,3}{68,56}$	$\frac{45,7-93,1}{67,4}$	$\frac{81,4-320,7}{199,4}$
13	ВЛО-ЛО ВЛО(85%)	IV-I III+IV(85%)	ЛИ-ТИ СИ(38%)	Полуокисленный	$\frac{33,28-40,11}{35,69}$	$\frac{12,87-28,27}{23,55}$	$\frac{0,296-0,578}{0,446}$	$\frac{24,3-50,2}{36,03}$	$\frac{67,7-70,4}{68,80}$	$\frac{49,2-91,3}{69,01}$	$\frac{165,8-341,7}{247,6}$
Средние показатели по залежам											
154	ВЛО(85%)	III+IV(47%)	СИ(53%)		34,76	27,60	0,470	39,58	69,43	79,60	274,78

III. Безрудные кварциты

1	ЛО(100%)	IV(100%)	СИ(100%)	Безрудный	18,42	7,26	0,421	10,61	67,52	38,91	71,64
Средние показатели по месторождению											
1326	ВЛО(90%)	II+III(46%)	СИ(53%)		34,76	27,60	0,470	39,59	69,43	79,60	274,8

2. Юго-Западный участок и Малая Южная залежь Коробковского месторождения

8	ЛО	IV	ЛИ	Железнослюдково-магнетитовый	$\frac{32,58-37,85}{36,59}$	$\frac{19,00-23,21}{20,98}$	$\frac{0,632-0,856}{0,732}$	$\frac{29,5-44,3}{32,3}$	$\frac{64,9-69,6}{67,92}$	$\frac{53,3-79,6}{60,2}$	$\frac{198,5-287,4}{219,2}$
72	ЛО	II	ЛИ	Магнетитовый	34,76	28,15	0,642	43,5	66,37	83,2	288,5
1	ЛО	I	ЛИ	Полуокисленный	40,62	22,97	0,578	45,4	67,98	76,0	308,6
21	СО	IV	ЛИ	Силкатно-магнетитовый	30,40	21,01	0,529	33,8	64,9	72,14	219,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ТО	IV	ТИ-СИ СИ	Слаборудные	24,30- 27,45 24,99	14,86-15,79 15,05	0,351-0,446 0,425	24,5- 27,2 25,1	60,7-63,0 62,03	59,6- 63,4 62,3	152,1-167,0 155,6
Средние показатели по залежам по месторождениям											
106	СО	ВП	ЛИ		33,52	26,19	0,611	40,84	65,93	80,164	269,3

3. Лебединское месторождение (Центральная, Северо-Восточная и Восточная залежи)

1	ВЛО	IV(19,7%)	ЛИ	Железнослюдково-магнетитовый	34,05	21,12	0,527	29,40	70,85	61,20	208,3
95	ВЛО (87,1%)	I-III(41,6%)	ЛИ(76,9%)	Магнетитовый	36,09	29,64	0,603	42,50	70,77	82,50	300,8
21	ЛО (9%)	III-IV(22,7%)	СИ(19,7%)	Силкатно-магнетитовый	31,96	22,07	0,441	31,90	70,27	70,10	224,2
1	СО (3,9%)	IV(16,0%)	ТИ(3,4%)	Слаборудные	21,50	7,25	0,359	10,20	63,39	30,00	
1		IV		Полуокисленный	31,98	18,85	0,529	28,00	68,37	59,90	191,4
Средние показатели по залежам месторождения											
118	ВЛО+ЛО (96,1%)	I-III(47,6%)	ЛИ(76,9%)		34,02	27,21	0,542	40,65	69,47	79,83	285,3

Примечание: в числителе - пределы колебаний, в знаменателе - средние значения.

приближенной к условиям обогащения кварцитов на действующих ГОКах. По каждому из месторождений, участков или рудных залежей имеются результаты технологических испытаний.

По выходу и качеству концентрата (содержанию железа) и физическим свойствам на каждом месторождении выделено от 3 до 6 технологических сортов железистых кварцитов (табл. 1).

По обогатимости железистых кварцитов выделены следующие сорта (см. табл.): ВЛО – весьма легкообогатимые ($\beta > 68\%$); ЛО – легкообогатимые ($\beta > 68-66\%$); СО – среднеобогатимые ($\beta > 66-64\%$); труднообогатимые ($\beta > 64-62\%$). Указаны группы по продуктивности железистых кварцитов, которые колеблются с I по IV, а также индексы по измельчаемости. Среди них выделяются ЛИ – легкоизмельчаемые ($q \geq 0,50$ кг/л.ч.); СИ – среднеизмельчаемые ($q = 0,40-0,50$ кг/л.ч.); ТИ – трудноизмельчаемые ($q \leq 0,30-0,40$ кг/л.ч.). Здесь же приведена удельная производительность мельницы при крупности 65 % кл. – 0,071 мм (кг/л.час).

Важным показателем при геолого-технологическом картировании железистых кварцитов являются: выход концентрата, массовая доля железа в концентрате и извлечение железа в концентрат. Все эти показатели приведены в таблице. Там же приводится коэффициент продуктивности (Кпр), содержание Fe общ в концентрате, полученного из 1 т кварцитов (кг/т). В таблице приведены данные по содержанию Fe общ. и Fe магн. в исходных пробах, выделены геолого-технологические типы, минералогические разновидности железистых кварцитов, указано количество проб каждой разновидности. Отмечаются и незначительные отличия в железистых кварцитах из разных месторождений и их участков, которые сводятся к следующему.

На Лебединском месторождении, на базе которого ЛГОК-ом производится магнетитовый концентрат для электрометаллургического производства на ОЭМК и для собственного производства металлизированных брикетов, выделены бессернистые сорта (1 и 2 сорт), малосернистые (серы 0,05–0,3 %) и сернистые сорта (серы более 0,3 %).

В строении железорудной свиты отмечается приуроченность минеральных типов и технологических сортов железистых кварцитов к выдержанным по простиранию и падению стратифицированным пачкам. Однако на отдельных участках и залежах разного структурно-геологического положения технологические свойства железистых кварцитов заметно различаются.

Так на Лебединском месторождении железистые кварциты Сводовой залежи нижней железорудной подсветы K_1 за счет более высокого метаморфизма имеют более крупный размер зерен и агрегатов магнетита (83–109 мкр. против 65–75 мкр. в верхней подсвете K_3), что обеспечивает их лучшую раскрываемость при обогащении и получение концентрата высших сортов (I и II) с содержанием железа от 68 до 70 %.

На Коробковском месторождении высокую раскрываемость с получением концентрата высших сортов имеют железистые кварциты Юго-Западной и Малой Южной залежей, расположенных в тектонически напряженной зоне сочленения курской серии с вмещающим гранито-гнейсовым комплексом.

На Стойленском месторождении наилучшие показатели обогатимости имеют кварциты Южной залежи, расположенные в тектонической приразломной зоне, в поясе даек диоритовых порфиринов, что, вероятно, связано с некоторым метаморфизирующим влиянием даек на железистые кварциты и тектонической обеспеченностью лучшей раскрываемости рудной фазы. Также высокими технологическими показателями характеризуются кварциты восточного фланга Главной залежи, в зоне влияния взброса-надвига архейского гранито-гнейсового комплекса на железорудную свиту нижнего протерозоя. Железистые кварциты Северо-Восточной залежи в зоне влияния Стойло-Николаевского габбро-диоритового массива имеют повышенную продуктивность (содержание Fe магн. 28–30 %), но содержание железа в концентрате их невысокое – 62,5–66 % (сорта 3 и 4) за счет тонкого прораствания магнетита и зерен нерудных минералов при контактовом метаморфизме кварцитов около этой интрузии. Эксплуатационными работами в карьере

выявлено несколько участков и зон метаморфизованных (гидротермально измененных) брекчий с высокой крепостью железистых кварцитов и низким содержанием железа в концентрате – 63–66 % (4 сорт).

Доизучение эксплуатируемых месторождений на участках первоочередной отработки путем бурения скважин и технологического картирования с построением геолого-технологических разрезов и погоризонтных планов позволило выявить и уточнить внутреннюю складчатую структуру рудных залежей, опрелелить пространственное распределение минеральных типов и технологических сортов железистых кварцитов, что обеспечивает более высокую эффективность и рациональное направление эксплуатационных работ [3].

В целом на месторождениях Староскольского рудного узла наиболее высокие показатели обогатимости имеют магнетитовые и железнолюдоково-магнетитовые железистые кварциты, наиболее низкие биотито(куммингтонито)-магнетитовые и слабрудные железистые кварциты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железные руды КМА / Под редакцией Орлова В. П. – Геоинформмарк. – М. – 2001. – 616 с.
2. Инструкция № 40 по геолого-технологическому картированию месторождений магнетитовых кварцитов. – М., ВИМС. – 1989.
3. Дунай, Е. И. Эксплуатационная разведка – залог успешной работы Стойленского ГОКа на перспективу / Е. И. Дунай, В. Н. Пономарев, В. Ш. Алитдинов, А. В. Есаулков // Горный журнал, 2001. – № 6. – С. 17–20.
4. Двойнин, В. В. Перспективы использования железных руд Оскольского района КМА в качественной металлургии / В. В. Двойнин, Е. И. Дунай, В. П. Готовский, В. В. Пожиданов // Разведка и охрана недр, 1993. – № 9. – С. 7–8.

Общество с ограниченной ответственностью
«Белгородгеология»

Дунай Е.И., главный геолог, заслуженный геолог РФ, академик Международной академии минеральных ресурсов, первооткрыватель месторождения.
E-MAIL: BELGEOL@MAIL.RU 8 (4722) 21-11-73

Плужников И.Ф., генеральный директор, Почетный геологоразведчик недр, академик Международной академии минеральных ресурсов
E-MAIL: BELGEOL@MAIL.RU
Тел.: (4722) 21-12-61

Алитдинов В. Ш. бывший начальник отряда, Отличник разведки недр, ушел из жизни в 2015 г

BELGORODGEOLOGIYA LLC

DUNAYE. I., CHIEF GEOLOGIST, RF MERITORIOUS GEOLOGIST, ACADEMICIAN OF THE INTERNATIONAL ACADEMY OF MINERAL RESOURCES, FIELD DISCOVERER
E-MAIL: BELGEOL@MAIL.RU
TEL.: +7(4722) 21-11-73

PLUZHNIKOV I. F., DIRECTOR GENERAL, HONORARY EXPLORER OF MINERAL RESOURCES, ACADEMICIAN OF THE INTERNATIONAL ACADEMY OF MINERAL RESOURCES
E-MAIL: BELGEOL@MAIL.RU
TEL.: +7(4722) 21-12-61

ALITDINOV V. SH. FORMER HEAD OF UNIT, EXPERT OF MINERAL RESOURCE EXPLORATION, PASSED AWAY IN 2015