

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ НЕРУДНЫХ КОМПОНЕНТОВ  
В ОТЛОЖЕНИЯХ ЖЕЛЕЗОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ  
БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

А. Н. КОНДАКОВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна и имеет верхнемеловой — нижнепалеогеновый возраст. Железорудная толща характеризуется ритмичным строением. Верхние железоносные части ритмов объединены в железорудные горизонты (снизу — вверх): нарымский, колпашевский, чигаринский, тымско-бакчарский. Горизонты слагаются оолитовыми рыхлыми рудами и рудами с сидеритовым и лептохлоритовым цементом, а также хлоритолитами и оолитовыми песчаниками. В статье рассмотрены особенности распределения Si, P, Al, Mg, сумма щелочей, Ca, S.

**Кремний.** Основная масса кремнезема сосредоточена в составе аутигенных образований и в глинистых минералах. Достаточно высокое содержание  $\text{SiO}_2$  установлено в гидрогетитовых оолитах (10—14%) в виде примеси терригенного кварца, окисленного хлорита и аморфных коагулятов кремнезема типа стильносидерита. Между общим содержанием железа и кремнеземом существует очень тесная отрицательная корреляционная связь, незначительно понижающаяся в рудах с сидеритовым цементом (табл. 1). Уравнения связи являются достаточно надежными и могут быть успешно использованы в практике подсчетов. Средние содержания кремнезема в отложениях горизонтов приведены в табл. 2. Пределы средних содержаний в пересечениях горизонтов составляют 20,24—49,68% в нарымском, 19,48—51,97% в колпашевском, 23,99—49,93% в чигаринском, 17,53—38,18% в тымско-бакчарском горизонтах. Среднее содержание в рудах равно 18,84—28,95% (табл. 2).

**Фосфор.** Элемент находится главным образом в рассеянном состоянии, в незначительном количестве, накапливаясь в виде «видимых» фосфатов кальция и железа. Наиболее высоким содержанием фосфора характеризуются гидрогетитовые оолиты и сидеритовый цемент. В других минеральных компонентах содержание фосфора в 5—20 раз ниже. Вероятной формой накопления фосфора является сорбция в образованиях типа стильносидерита, а в сидеритах — тонкодисперсное рассеяние микростяжений коллофана. В отложениях горизонтов между общим содержанием железа и содержанием фосфора имеется прямая корреляционная связь, теснота которой понижается от верхних горизонтов к нижним (табл. 1). Величина отношения  $\frac{P}{Fe}$  наибольшего значения достигает в отложениях нарымского горизонта



( $9,5 \times 10^{-3}$ ). В нарымском горизонте, средневзвешенные содержания в пересечениях изменяются от 0,03 до 0,65%, в колпашевском, от 0,17 до 0,78%, в чигаринском от 0,07 до 0,62% и в тымско-бакчарском от 0,26 до 0,63%. Среднее содержание в рудах равно 0,27—0,61%, тогда как в керченских рудах — 0,86—1,15% [1], в хоперских верхнемеловых рудах 0,38—1,47% до 5,52% [3], т. е. руды Бакчарского месторождения сравнительно малофосфористы.

Алюминий. Алюминий концентрируется в составе лептохлоритов и глинистых минералах. Более низким содержанием алюминия

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа связи некоторых компонентов по данным химического анализа групповых проб

Коррелируемые компоненты	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$S_x$	$S_y$	$r$	$n$	Надежность и уравнения связи
--------------------------	-----------	-----------	-------	-------	-----	-----	------------------------------

Отложения тымско-бакчарского горизонта

$x-P_2O_5$ ,  $y-Fe$  мет. | 1,02 | 30,87 | 0,269 | 7,46 | +0,87 | 34 |  $y=0,031x+0,04$

Отложения чигаринского горизонта

$x-P_2O_5$ ,  $y-Fe$  мет. | 0,79 | 25,72 | 0,354 | 7,16 | +0,93 | 30 |  $y=0,046x-0,41$

Отложения колпашевского горизонта

$x-P_2O_5$ ,  $y-Fe$  мет. | 1,02 | 29,85 | 0,340 | 8,71 | +0,77 | 32 |  $y=0,03x+0,12$

Отложения нарымского горизонта

$x-P_2O_5$ ,  $y-Fe$  мет. | 0,95 | 25,18 | 0,343 | 5,4 | +0,44 | 31 | Связь существенная

Рыхлые оолитовые гидрогетитовые руды

$x-Fe_2O_3$ , $y-FeO$	47,26	1,98	12,8	1,51	-0,24	14	Связь ненадежна
$x-Fe_2O_3^*$ общ., $y-SiO_2$	57,4	29,6	7,6	8,6	-0,98	12	$y=-1,11x+86,6$
$x-Al_2O_3$ , $y-Fe_2O_3$	5,71	47,66	1,15	11,78	-0,53	16	Связь ненадежна
$x-MgO$ , $y-Fe_2O_3$	0,9	47,66	0,3	11,78	-0,31	16	"

Оолитовые руды с сидерит-хлоритовым цементом

$x-Fe_2O_3$ , $y-FeO$	40,49	6,92	9,82	4,64	-0,84	44	Связь надежна
$x-Fe_2O_3^*$ общ., $y-SiO_2$	48,9	30	7,06	7,6	-0,98	44	$y=-1,06x+81,6$
$x-Al_2O_3$ , $y-Fe_2O_3$	5,68	40,18	1,30	9,97	-0,05	44	Связь отсутствует
$x-MgO$ , $y-Fe_2O_3$	1,22	39,14	0,36	11,55	+0,86	43	Связь надежна

Оолитовые руды с сидеритовым цементом

$x-Fe_2O_3$ , $y-FeO$	33,75	18,67	12,78	7,27	-0,87	16	"
$x-Fe_2O_3^*$ общ., $y-SiO_2$	57	20	6,4	5,78	-0,88	13	$y=-0,79x+65$

Примечание.  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  — среднеарифметическое содержание,  
 $S_x$ ,  $S_y$  — среднеквадратичное отклонение,  
 $r$  — коэффициент корреляции,  
 $n$  — число парных величин содержаний,  
 $*$  — суммарное содержание железа.



характеризуются гидрогетитовые оолиты. В оолитовых рудах с сидерит-хлоритовым цементом корреляционная связь  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$  отсутствует, но в рыхлых оолитовых гидрогетитовых рудах имеет место отрицательная корреляционная связь. Последнее обстоятельство не случайно и вызвано вытеснением алюминия при гидрогетитизации исходного гидрогетит-хлоритового оолитового материала в регрессивную стадию диагенеза с накоплением алюминия в более глубоководных осадках. Пределы средневзвешенных содержаний  $Al_2O_3$  в отдельных пересечениях горизонтов составляют в нарымском 3,15—6,79%, в колпашевском 4,01—7,09%, в чигаринском 4,98—9,69% и в тымско-бакчарском горизонте 4,55—7,16%. Среднее содержание  $Al_2O_3$  в рудах равно 4,71—6,52% (табл. 2).

Таблица 2

Средние содержания элементов и окислов в отложениях рудных горизонтов и рудах Бакчарского месторождения по результатам химических анализов

Горизонты и типы руд	Содержание в %						
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$MgO$	сумма щелоч.	$CaO$	P	S
1	26,46	5,58	0,98	1,13	0,79	0,44	0,057
2	43,08	8,08	1,61	2,03	0,93	0,37	0,25
3	34,88	5,71	1,49	1,17	1,14	0,46	0,14
4	37,23	4,99	1,09	1,24	1,01	0,40	0,14
5	18,87	4,71	0,87	0,81	0,87	0,55	0,068
6	25,08	6,06	1,09	0,84	0,53	0,55	0,019
7	28,95	6,52	1,36	1,36	0,97	0,61	0,038
8	27,60	8,80	2,1		3,6	0,08	0,05

Примечание. Отложения рудоносных горизонтов: 1 — тымско-бакчарского, 2 — чигаринского, 3 — колпашевского, 4 — нарымского. Руды: 5 — оолитовые руды с сидеритовым цементом, 6 — оолитовые рыхлые руды, 7 — оолитовые руды с сидерит-хлоритовым цементом; 8 — весовые кларки элементов в литосфере.

Магний. Ведущими минералами, содержащими магний, являются глауконит и гидрослюда, пониженным содержанием обладают лептохлориты и наиболее низкое содержание магния установлено в гидрогетитовых оолитах и сидерите. В отложениях имеется корреляционная связь магния и алюминия. Подобно алюминию магний связан отрицательной слабой корреляционной зависимостью с  $Fe_2O_3$  в рыхлых рудах, но в то же время установлена надежная связь  $Fe_2O_3$  и  $MgO$  в рудах с сидерит-хлоритовым цементом, вызванная накоплением железа и магния в хлоритовых минералах (табл. 1). В нарымском горизонте средневзвешенные содержания  $MgO$  в пересечениях варьируют от 0,76 до 1,68%, в колпашевском от 1,17 до 1,78%, в чигаринском от 1,33 до 1,88% и в тымско-бакчарском от 0,49 до 1,59%. В рудах содержание  $MgO$  лежит в пределах 0,87—1,36%.

Калий и натрий. Содержание калия и натрия определялось суммарно. Наиболее высоким содержанием щелочей характеризуются глауконит и гидрослюда. Содержание калия по имеющимся определениям в целом значительно выше содержания натрия. В отложениях имеется корреляционная связь суммы щелочей с алюминием и магнием. Средневзвешенное содержание в пересечениях горизонтов составляет в нарымском 0,70—1,96%, в колпашевском 0,62—2,34%, в чигаринском 0,81—2,66% и в тымско-бакчарском горизонте 0,44—2,18%. Среднее содержание в рудах равно 0,81—1,36% (табл. 2).



Кальций. В отложениях кальций рассеян в силикатных минералах, в сидерите и в небольшом количестве в фосфатных стяжениях. Пределы средневзвешенных содержаний в пересечениях равны в нарымском горизонте 1,01—1,75%, в колпашевском 0,37—2,5%, в чигаринском 0,55—1,43% и в тымско-бакчарском 0,47—1,47%. Наиболее высоким содержанием кальция характеризуются руды с сидерит-хлоритовым цементом (табл. 1). Руды обеднены  $\text{CaO}$  в сравнении с керченскими рудами (1,48—1,89% [1]).

Сера. Основная масса серы находится в рассеянном состоянии. Ничтожное количество серы сосредоточено в обособленных минеральных выделениях — пирите и мельниковите. Имеющаяся на других месторождениях отрицательная корреляционная связь серы трехвалентного железа [2] не обнаруживается, несмотря на то, что  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  связаны тесной отрицательной связью в сцементированных рудах (табл. 1). В разрезах горизонтов средневзвешенные содержания серы лежат в пределах 0,01—0,41% в нарымском, 0,01—0,3% в колпашевском, 0,01—0,74% в чигаринском и 0,01—0,16% в тымско-бакчарском горизонтах. Содержание серы в рудах составляет 0,019—0,068%, что значительно ниже содержания ее в керченских рудах (0,13—0,17% [1]). Вероятно, пониженное содержание серы в рудах не могло сказаться на общем восстановительном балансе в осадках.

В целом руды Бакчарского месторождения характеризуются сравнительно низким содержанием фосфора, кальция и серы. Наиболее низкое содержание кремния, алюминия, магния и щелочей установлено в рудах с сидеритовым цементом и максимальное — в рудах с сидерит-хлоритовым цементом. Фосфор распределен в рудах довольно равномерно и тесно коррелируется с общим содержанием железа. Уравнения корреляционной связи кремния и фосфора с железом надежны и могут быть применены в расчетах без привлечения данных химических анализов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. У. Литвиненко. К геохимии Керченского железорудного бассейна. Литология и полезные ископаемые, № 4, 1964.
2. В. Ф. Малаховский. Органический углерод и сера в керченских железных рудах. ДАН СССР, т. 128, № 6, 1959.
3. Н. Х. Платонов. Геологическое строение Хоперского района. М., 1958.