ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
Том 92 ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА 1960 г.

О СОСТАВЕ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОСАДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. П. КАЗАНСКИЙ, П. Г. УСОВ

(Представлено членом - корреспондентом Академии наук СССР Ю. А. Кузнецовым)

Осадочные прибрежно-морские железные руды установлены на значительной площади Центрального Приобья [4, 8], включающей большие участки бассейнов рек Бакчар, Парбиг, Парабель, Чузик, Тым и др. Железистые породы слагают несколько железорудных горизонтов, приуроченных к туронским, сенонским и маахстрит-палеогеновым (?) отложениям. В рудосодержащих горизонтах наиболее богаты железом оолитовые гидрогетитовые, хлорито-гидрогетитовые и гидрогетито-сидеритовые породы. Настоящая заметка посвящена описанию состава этих трех основных типов верхнемеловых руд Томской области.

В табл. 1 приведен химический состав отдельных образцов гидрогетито-сидеритовой, хлорито-гидрогетитовой и гидрогетитовой руд. Анализы выполнены раздельно для солянокислой вытяжки и нерастворимого остатка. Аналогичные определения сделаны для отдельных частей руд, среди которых нами выбраны две фракции: 1) частицы размерами 0,5—0,25 *мм*, отражающие состав оолитов и бобовин, и 2) частицы диаметром меньше 0,088 *мм*, которые отвечают составу цемента.

Сопоставление результатов изучения самих руд показывает, что различные типы почти не отличаются по химическому составу (таблица 1). В них примерно те же соотношения основных окислов. В то же время в каждом типе видны существенные отличия в составе цемента и сцементированных частиц, доказывающих их различное минералогическое содержание. В солянокислых вытяжках для всех типов железистых пород отмечается повышение количества SiO_2, Fe_2O_3, MgO и P_2O_5 во фракциях 0,5—0,25 *мм*. Частицы диаметром меньше 0,088 *мм* в солянокислой вытяжке богаче Al_2O_3, FeO, CaO и MgO, а в нерастворимом остатке SiO_2 и Fe_2O_3. Кроме того, в цементе больше потери при прокаливании.

Остальные окислы как в солянокислых вытяжках, так и в нерастворимых остатках распределяются в соответствующих фракциях каждого типа железных руд различно. Здесь, по-видимому, сказываются минералогические особенности пород, а также элемент случайности в выборе образцов. Примером заметного влияния минералогического состава на соотношение между отдельными окислами может служить распределение закисного и окисного железа во фракциях 0,5—0,25 *мм* и во фракциях мельче 0,088 *мм*. В породах, относи-

тельно бедных аутигенным хлоритом, количество FeO в цементе по отношению к оолитам повышается примерно в 1,6 раза, а в хлорито-гидрогетитовой руде это соотношение достигает 6.

Данные спектрального анализа, полученные в геологическом институте ЗСФАН СССР, показывают присутствие во всех типах железистых пород в количестве 0,001—0,01% Cu, Pb, Ni, Co и др.

Минералогический состав железных руд очень сложен. В составе каждого типа различаются: 1) обломки минералов и пород, 2) оолиты и бобовины и 3) цементирующее вещество.

Обломки минералов и пород

Обломочный материал изучался в шлифах и иммерсионных препаратах. В его составе преобладают: кварц, полевые шпаты и обломки пород. Распределение этих компонентов в различных фракциях разное. Обломки кремнистых, глинистых и глинисто-хлоритовых пород, а также рудные обломки обильны в гравийно-галечниковой фракции. Здесь же иногда встречаются окатанные зерна фосфатной породы и обломки древесины, которые нередко бывают замещены хлоритом. Песчаная фракция, представленная преимущественно обломками диаметром 0,1—0,3 *мм*, состоит главным образом из кварца, полевых шпатов и обломков кремнистых и глинистых пород. Многие зерна кварца и полевых шпатов в гидрогетитовых и гидрогетито-хлоритовых породах в той или иной степени замещены аутигенными минералами. Обычно коррозия проявляется прежде всего по спайности, трещинам и краям зерен, а затем захватывает весь обломок.

В алевритовой фракции наблюдается повышение по сравнению с песчаными обломками количества кварца.

Состав глинистых минералов в рудных горизонтах определялся с помощью окрашивания по методу Веденеевой Н. Е. и Викуловой М. Ф. [2]. Полученные результаты подтвердили вывод Викуловой о преобладании во фракции меньше 0,001 *мм* глинистых минералов гидрослюдистого типа.

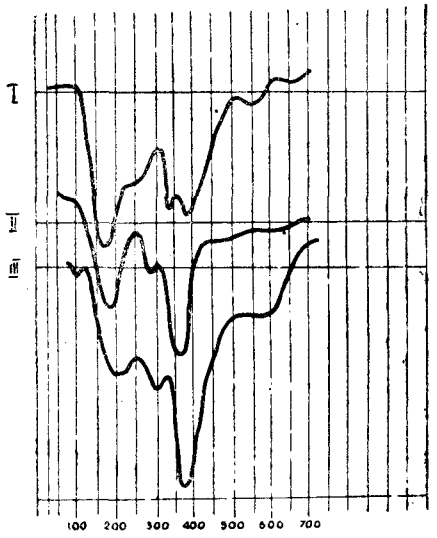

Рис. 1. Дифференциальные кривые нагревания руд.
I—гидрогетито-сидеритовая руда,
II—гидрогетитовая руда,
III—хлорито-гидрогетитовая руда.

Обломочные минералы тяжелой части фракции 0,25—0,01 *мм*, выделенные из железных руд и вмещающих пород, представлены ильменитом и магнетитом, лейкоксеном, эпидотом, обыкновенной роговой обманкой, цирконом, реже здесь отмечается турмалин, апатит, сфен, андалузит, гранат, а в единичных зернах можно встретить ставролит, дистен, силлиманит, рутил, тремолит, глаукофан, диопсид, обломочный окисленный глауконит и хлорит. По составу обломочных прозрачных минералов различаются два типа тяжелых фракций: эпидотовая и эпидото-роговообманковая. Эпидотовая ассоциация характеризуется большим относительным количеством минералов группы эпидота (30—54%), обычны цирконы (до 1%), сфен (1—3%), обыкновенная роговая обманка (2—10%) и некоторые другие. Эпидото-роговообманковый комплекс отличается значительным количеством амфиболов (10—30%), эпидота (20—50%) и циркона (до 3%). Значительно

Таблица 1

Химический состав железных руд

Скважина и № обр.	Порода	Анализируемая часть	Состав в %															
			ппп	Солянокислой вытяжки									Нерастворимого остатка					Сумма
				SiO_2	Ti_2O_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	P_3O_5	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	
8—17	Хлорито-гидрогетитовая	Вся порода	12,36	0,24	0,22	5,76	58,76	1,30	0,24	0,40	1,01	0,38	16,24	1,44	0,16	0,16	0,12	98,79
		Фракции 0,5—0,25 *мм*	12,44	0,44	0,22	7,46	60,15	1,34	0,25	0,50	1,05	0,63	14,12	0,35	0,13	0,08	0,12	99,29
		Фракции меньше 0,088 *мм*	12,76	0,32	0,23	8,12	43,92	7,37	0,20	0,70	1,12	0,25	20,68	1,37	0,23	0,16	0,12	97,55
16—6	Гидрогетитовая	Вся порода	12,92	0,52	0,22	9,75	44,66	6,80	0,42	1,00	0,87	0,38	19,76	1,88	0,20	нет	нет	99,38
		Фракции 0,5—0,25 *мм*	14,04	0,28	0,21	5,17	55,37	6,94	0,42	1,20	1,05	0,63	12,04	1,07	0,14	0,60	0,08	99,25
		Фракции меньше 0,088 *мм*	15,64	0,16	0,15	7,94	35,26	11,68	0,24	1,70	1,24	0,51	23,16	0,89	0,23	0,04	нет	98,84
45-4	Гидрогетито-сидеритовая	Вся порода	14,44	0,20	0,15	3,42	44,10	6,22	0,20	0,80	1,16	0,63	24,00	2,18	0,39	0,16	0,08	98,13
		Фракции 0,5—0,25 *мм*	16,16	0,60	0,23	4,07	58,25	2,77	0,20	0,90	0,79	0,38	14,32	1,02	0,26	0,32	0,04	100,94
		Фракции меньше 0,088 *мм*	18,08	0,32	0,09	5,96	34,62	4,35	Сл.	1,80	1,52	Сл.	31,64	1,14	0,46	0,16	нет	100,14

реже встречается цирконовая ассоциация тяжелых минералов. Она отличается обилием циркона (10—15%), турмалина (2—7%), метаморфических минералов (до 3%) и некоторых других. Количество эпидота и амфиболов резко сокращается. Комплексы тяжелых минералов не дают выдержанных горизонтов, которые могли бы быть использованы для сопоставления разрезов. Весьма возможно, что такая пестрота состава является следствием различного гранулометрического и фациального состава пород.

Оолиты и бобовины

Оолиты и бобовины распространены во всех типах железных руд, слагая в основном фракцию 0,2—0,3 *мм*. Реже отмечаются зерна в 0,4—0,5 *мм* и больше. Они сложены гидроокислами железа, а также реликтами глауконита и располагающимися в центральных частях оолитов обломками кварца, полевых шпатов, эпидота, амфиболов и др. минералов. Гидроокислы железа представлены преимущественно гидрогетитом, который доказывается оптическим, рентгеновским, химическим и термическим анализами. В порошке окраска гидрогетита бурая, ржаво-бурая, в полированном шлифе светло-серая. Минерал дает бурый внутренний рефлекс. Замеренный в сплавах средний показатель преломления имеет $2{,}43 > N > 2{,}35$. Удельный вес оолитов и бобовин приведен в таблице 2. Кривые нагревания оолитов фракций 0,5—0,25 *мм* различных типов пород (рис. 2) дают характерные гидрогетитовые остановки при 220 — 230 и 360—370°. Для оолитов сцементированной гидрогетитовой руды отмечается экзоэффект при 560°, возможно, свидетельствующий о присутствии в этой породе ксантосидерита.

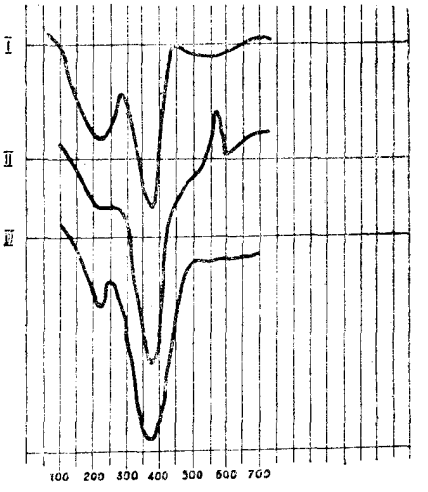

Рис. 2. Дифференциальные кривые нагревания оолитовой части руд (фракции от 0,50 до 0,25 *мм*).
I — гидрогетито - сидеритовая руда
II — гидрогетитовая руда, III — хлорито-гидрогетитовая руда.

Таблица 2

Удельные веса фракции железных руд

№ пп	Тип руды	Удельный вес по фракциям	
		0,5—0,25 *мм*	Меньше 0,088 *мм*
1	Гидрогетитовая	3,55	3,03
2	Хлорито-гидрогетитовая	3,91	2,94

О химическом составе оолитов и бобовин можно судить по таблице 1, где приводятся анализы фракций 0,5—0,25 *мм*, состоящие во всех типах железных руд преимущественно из оолитов и бобовин. Для этой фракции в солянокислой вытяжке характерно повышенное содержание Fe_2O_3 и меньшее количество Al_2O_3 и FeO по сравнению

с цементом. В нерастворенном остатке эта фракция содержит наименьшее количество кремнезема.

Химический анализ оолитов, выделенных электромагнитным способом из рыхлой гидрогетитовой породы, показывает $Fe_2O_3 = 82{,}7\%$, $H_2O = 17{,}3$, обнаруживая повышенное количество воды по сравнению с теоретической формулой гетита.

На таблице 3 приведена рентгенограмма электромагнитной части фракции 0,5—0,25 *мм* (скв. 10, обр. 4), также полученной из гидрогетитового песка. Она тождественна стандартной рентгенограмме гетита (3,5).

Таблица 3

Рентгенограммы отдельных фракций железистых пород

№№ колец	Скважина 10, обр. 4, фракция 0,5—0,25 *мм*		Скважина 16, обр. 6, фракции меньше 0,088 *мм* Остаток после обработки буферной смесью		Скв. 45, обр. 4, фракции меньше 0,088 *мм* Остаток после обработки буферной смесью	
	I	*d*	*I*	*d*	*I*	*d*
1	оч. сил	4,16	ср.	4,20	сл.	3,96
2	сл.	3,32	ср.	3,61	сл.	3,39
3	оч. сил.	2,68	сил.	2,72	ср.	2,83
4	ср.	2,57				
5	оч. сил.	2,43	оч. сил.	2,45	ср.	2,46
6	ср.	2,24	сл.	2,29		
7	сил.	2,17	оч. сил.	2,08		
8	сл.	1,78	ср.	1,82		
9	оч. сил.	1,73	сил.	1,72	сил.	1,74
10	ср.	1,59	ср.	1,57		
11	сил.	1,55	ср.	1,52	сил.	1,54
12	сил.	1,49				
13	ср.	1,44				
14	сл.	1,40				
15	сл.	1,37				
16	сил.	1,30				

По происхождению различаются два типа оолитов и бобовин: 1) оолиты и бобовины, возникающие путем замещения, 2) оолиты нарастания, образовавшиеся в результате стяжения вещества вокруг центра.

Оолиты и бобовины замещения возникают или при окислении глауконита, или при переработке сгустков гидроокислов железа. Бобовины часто являются псевдоморфозами, сохраняющими форму зерен первичного глауконита. Обычно это округлые и лопастные образования того же размера, что и зерна глауконита. Бобовины часто замещаются железистым хлоритом и метаколлоидными формами гидроокиси железа. В отдельных случаях по краям зерен наблюдается процесс регенерации глауконита. Оолиты замещения обычно встречаются вместе с бобовинами, также возникают в процессе окисления глауконита, бурые пятна которого нередко сохраняются в цент-

ральных участках оолитов. Местами ядра оолитов представлены окисленными разностями вермикулитоподобными глауконита. Нередки случаи, когда оолиты этого типа замещаются хлоритом. Замеры показателей преломления в таких зернах показывают, что состав хлоритов в различных зонах неодинаков и изменяется в отдельных случаях от 1,650 по краям оолита до 1,658 в его центральных частях.

Оолиты нарастания чаще всего отмечаются в сцементированных гидрогетитовых рудах, где они нередко присутствуют в значительном количестве (табл. 4). Их отличительной особенностью является присутствие в центральной части стяжения зерен обломочных минералов, которыми могут быть кварц, полевые шпаты, довольно часто встречаются эпидот, обыкновенная роговая обманка, значительно реже обломки оолитов и зерна хлоритового цемента. Железистое вещество оолитов нарастания обычно замещает в значительной степени обломочную часть. Наблюдения в шлифах показывают, что в большинстве случаев оолиты нарастания образовались в процессе окисления хлоритового цемента. Обломки кварца и других минералов в данном случае явились центрами, вокруг которых наслаивались гидроокислы железа.

Таблица 4

Площадь	№ скважин	№ образцов	Тип руды	Относительное количество в %				
				оолиты нарастания	оолиты замещения	обломки оолитов	бобовины	глауконит
Колпашевская	21	2	Хлорито-гидрогетитовая	Единичные зерна	38	29	27	7
	8	17	— „ —	4	65	5	19	6
Нарымская	16	6	Сцементированная гидрогетитовая	16	81	—	2	1
	34	9	—„—	24	74	—	1	1
	1	377	Гидрогетито-хлорито-сидеритовая	26	69	2	2	1

Кроме того, в небольшом количестве в песчаниках и хлорито-гидрогетитовых породах встречаются обломки, которые дают зерна, обычно без заметных следов окатанности. Более многочисленны обломочные переотложенные оолиты в рыхлых гидрогетитовых породах. Размеры оолитов здесь такие, что и в других железистых породах. Однако они обычно имеют уплощенную форму с неровной бугристой поверхностью. Это, а также отсутствие цементирующего железистого вещества, позволяет рассматривать рыхлые гидрогетитовые пески продуктами перемыва уже сформировавшихся гидрогетитовых и хлорито-гидрогетитовых руд.

Вместе с бобовинами и оолитами встречается такой характерный для железных пород минерал как глауконит. Этот минерал, окисляясь, дает с бобовинами постепенные переходы. Неизмененный глауконит образует зеленые и темно-зеленые зерна с микрокристаллическим строением. Реже отмечаются вермикулитоподобные кристаллы до 0,4—0,6 *мм* в длину. Размеры зерен глауконита обычно тождественны стяжениям гидроокислов железа. Оптические свойства глауконита $N_m = 1{,}604—1{,}612$ позволяют его отнести к железистой разности. На

кривых нагревания для него отмечаются характерные эндотермические эффекты при 175—185° и 600—625°.

По происхождению различаются обломочные и аутигенные глауконiты. Обломочные разности дают изометрические зерна и нередко несут следы окисления Аутигенные глауконiты имеют лопастные и вермикулитовые формы и могут цементировать вместе с хлоритами обломочный материал. Аутигенные разности местами также окислены.

Количественные отношения между оолитами, бобовинами и зернами глауконита приведены в таблице 4. Данные этой таблицы подтверждают вывод о том, что гидрогетитовые руды возникают в процессе окисления отложений, богатых хлоритом. Окисление хлоритов и глауконита сопровождается образованием в железистых осадках оолитов замещения и нарастания.

Цемент пород

Железистые породы различаются в основном по составу цементирующего вещества. Минералогически выделяются три типа: 1) хлоритовый, 2) состоящий из гидратов окиси железа, алюминия и кремния и 3) сидеритовый. Между этими разновидностями существуют все постепенные переходы.

Хлоритовое вещество цементирует хлорито-гидрогетитовые породы и разнообразные „мусорные“ породы, алевролиты и песчаники. Обычно в шлифе хлориты изотропные или слабо анизотропные. Судя по показателям преломления, состав их неодинаков. В таблице 5 показаны величины показателей преломления хлоритов в разрезе одного из рудных горизонтов. Наибольшие показатели преломления хлоритов отмечаются в породах, обогащенных железом (до 1,65—1,67%). Во вмещающих породах песчаники, алевролиты их величины значительно ниже (до 1,605 — 1,620). По-видимому, в рудном горизонте хлориты относятся к железистым разностям, а во вмещающих породах распространены железисто-магнезиальные хлориты. При окислении хлоритов их показатели преломления могут повышаться до 1,68.

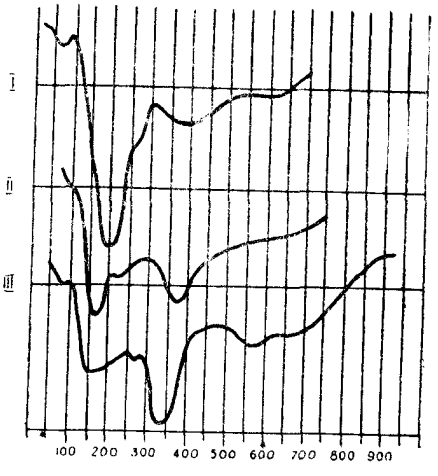

Рис. 3. Дифференциальные кривые нагревания цементирующего вещества руд (фракции мельче 0,088*мм*)
I — гидрогетито-сидеритовая руда, II — гидрогетитовая руда, III — хлорито-гидрогетитовая руда.

На кривых нагревания железистых хлоритов (рис. 3) различаются эндотермические эффекты при 150 и 340°, принадлежащие гидро-окислам железа, и эндоэффект при 570°, относящийся к хлориту. В некоторых образцах наблюдалась дополнительная слабая экзотермическая остановка при 760°. Присутствие эффектов при 570 и 760° делает кривую нагревания похожей на термограмму шамозита, которую приводит Д. П. Сердюченко [6].

Выделить в чистом виде хлориты, как на это указывала М. Ф. Викулова, не удается, так как в них содержится значительное количество мельчайших стяжений метаколлоидных Fe_2O_3, Al_2O_3 и тонкозернистого гидрогетита.

Цемент, состоящий из гидроокислов железа, алюминия и кремния, встречается в оолитовых, гидрогетитовых и гидрогетито-сидеритовых рудах. Этот тип цементирующего вещества образуется в результате

окисления хлоритов. В гидрогетитовой руде часто наблюдаются „островки" неизменного хлорита, которые обычно окружены бурой каймой гидроокислов железа шириной не более 0,004—0,008 *мм*. Цемент породы за пределами каймы представлен коричневым метаколлоидным веществом, разбитым трещинами дегидратации. В составе

Таблица 5

Величины показателей преломления хлоритов в разрезе второго рудосодержащего горизонта (скв. 8, г. Колпашево)

№№ п. п.	Краткая характеристика породы	Глубина залегания от поверхности в *м*	Величины среднего показателя преломления
1	Буровато-зеленый среднезернистый песчаник с хлоритовым цементом	237	1,624 ± 0,002
2	Буро-зеленая сильно песчанистая гидрогетитовая порода с хлорито-сидеритовым цементом	244	1,632 ± 0,002
3	Глауконитовый песчаник с хлоритовым цементом	253	1,621 ± 0,002
4	Бурая гидрогетитовая песчанистая руда с хлорито-бурожелезняковым цементом	262	1,666 ± 0,002
5	Песчанистая хлорито-гидрогетитовая руда	265	1,634 ± 0,002
6	Серо-зеленая псаммито-пелитовая „мусорная" порода	274	1,606 ± 0,002

светло-коричневого цемента преобладают метаколлоидные соединения гидроокислов железа и алюминия и, по-видимому, кремния. Замеры показателей преломления этого типа цемента в сплавах в местах концентрации гидроокислов железа дают такие величины: $2{,}31 > N > 2{,}28$. В порошке вещество буровато-красное, отражательная способность немного ниже, чем у гидрогетита. Электрономикроскопические наблюдения, произведенные в электрономикроскопической лаборатории ИГЕМ АН СССР, показали, что частицы цемента по форме отвечают эталонным изображениям гидроокислов железа. Присутствие коллоидных форм окислов железа и алюминия легко устанавливается рентгеном и другими методами. При рентгеновском анализе фракции мельче 0,088 *мм* из гидрогетитовой руды на пленке образуется сплошная сильная вуаль, практически полностью перекрывающая диффракционные кольца кристаллических фаз. Удовлетворительные рентгенограммы этой фракции руд, с небольшой вуалью, удалось получить только после предварительной обработки ее буферной смесью из щавелевой кислоты и щавелево-кислого аммония, с pH равным 3,3 [5]. При этом коллоидные формы железа и алюминия легче вступают в реакцию с ок-

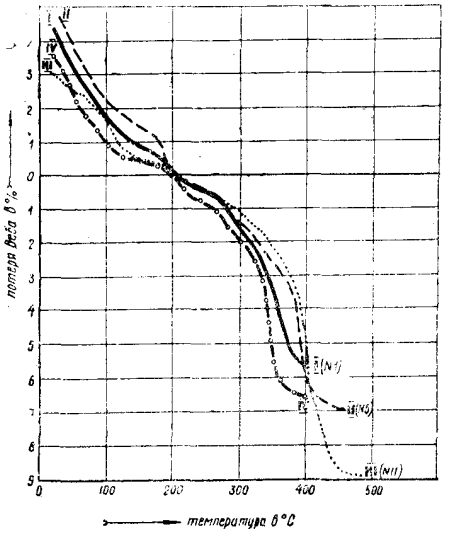

Рис. 4. Кривые потери веса при нагревании руд I—гидрогетито-сидеритовая руда, II—гидрогетитовая руда, III—хлорито-гидрогетитовая руда.

салатионом, образуя щавелево-кислые комплексы железа и алюминия и извлекаются из руд при постепенной обработке. Характеристика рентгенограмм руд, обработанных буферной смесью, приведена в таблице 3, а количества и химические составы вытяжек буферной смесью—в табл. 6.

Таблица 6

Химический состав вытяжек буферной смесью цемента железных руд

№ скважин и образцов	Руды	Навеска в *г*	Количество буфери. смеси в *см*³	Состав вытяжки в % от веса навески	
				Fe_2O_3	Al_2O_3
8—17	Хлорито-гидрогетитовая	0,5	50	17,5	3,62
16—6	Гидрогетитовая	0,4	50	22,98	4,32
45—4	Гидрогетито-сидеритовая	0,7	50	10,86	2,97

Дифференциальным термическим анализом руд на кривых нагревания отчетливо устанавливаются два эндотермических эффекта, при температурах 160—180° и 360—380° (рис. 1). Первый низкотемпературный эффект обусловлен выделением воды коллоидами [9], второй—типичный гидрогетитовый обусловлен отщеплением кристаллизационной воды. Осторожным дроблением руд деревянным пестиком и просевом материала через мелкое сито с отверстиями в 0,088 *мм* удается отделить цементирующее вещество руды от бобовин. При раздельном анализе их дифференциальным термическим методом фиксируемые два термических эффекта получаются раздельно. Низкотемпературный, присущий коллоидным формам Fe_2O_3 и Al_2O_3, выражен значительно сильнее и проявляется только в цементирующем веществе, а высокотемпературный гидрогетитовый эффект проявляется только в оолитовой, икряной части (рис. 2 и 3). Эти данные подтверждаются и кривыми потери веса при нагревании (рис. 4, 5 и 6).

Перекристаллизация метаколлоидного гидрата окиси железа приводит к образованию гидрогетита. Он доказывается на термограммах, где гидрогетиту принадлежит эндотермическая остановка при 340—375°. Кроме того, этот минерал определяется на рентгенограммах остатка, полученного после обработки фракции меньше 0,088 *мм* буферной смесью (табл. 2).

Местами отмечается раскристаллизация коллоидной SiO_2. В этом случае образуется хальцедон, который дает микрозернистые и лучистые агрегаты. Такие новообразования встречены в гидрогетитовых и гидрогетито-сидеритовых рудах, а также в некоторых песчаниках с хлорито-железистым цементом.

Сидерит в небольшом количестве встречается почти во всех типах железных руд в виде мелких кристалликов. Гидрогетито-сидеритовая руда содержит достаточно крупные зерна сидерита второй генерации, которые при измельчении породы не попадают во фракцию меньше 0,088 *мм*. На кривой нагревания (рис. 1) сидериту принадлежит эндотермическая реакция при 550°, переходящая в положительный эффект с максимумом в 630°. Термограммы, полученные для конкреции сидерита, характеризуются диссоциацией карбоната при 520° и экзоэффектом, заканчивающимся при 680—700°.

Вместе с сидеритом встречаются кальциевые и железистые фосфаты. Фосфаты кальция обнаружены в гидрогетитово-сидеритовых рудах в виде неправильных стяжений диаметром от нескольких *мм*

до 2—3 *см* или в виде крупных до 5—7 *см* в поперечнике конкреций. В шлифе фосфат дает мелкозернистые агрегаты с $Nm = 1{,}620 \pm 0{,}002$ и с низкой интерференционной окраской. Фосфат цементирует обломочный материал, оолиты и бобовины, замещая глауконит и хлориты. Кристаллы сидерита, встречающиеся в этих стяжениях, являются более поздними образованиями. По происхождению фосфат кальция является диагенетическим образованием. Содержание P_2O_5 в железистых породах сравнительно не велико, не более 0,5—0,6%. Концентрация фосфата в отдельных участках пород обусловлена его миграцией в осадке.

Фосфат железа обнаружен в единственном образце из толщи зеленых песчаников, вскрытых в скважине у юрт Корлики р. Вах. Фосфат типа альфакерченита является цементом разнозернистого песчаника. Минерал доказывается химическим, оптическим и термическим методами. Пересчет химического анализа дает следующую формулу минерала: $3{,}2\ Fe_2O_3 \cdot 2{,}6\ FeO \cdot 3\ P_2O_5 \cdot 21\ H_2O$. Показатели пре-

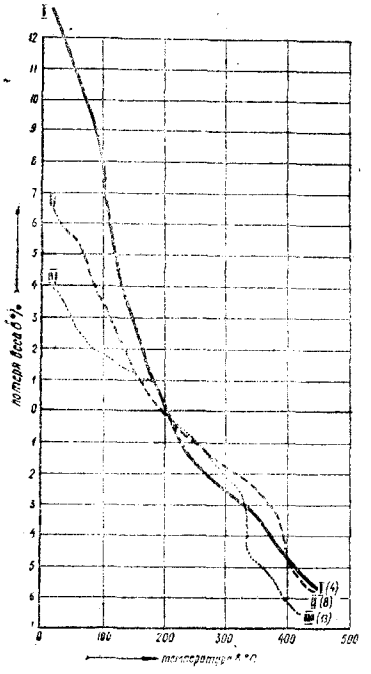

Рис. 5. Кривые потери веса цементирующего вещества руд (фракции мельче 0,088 *мм*). I—гидрогетито-сидеритовая руда, II—гидрогетитовая руда, III — хлорито - гидрогетитовая руда.

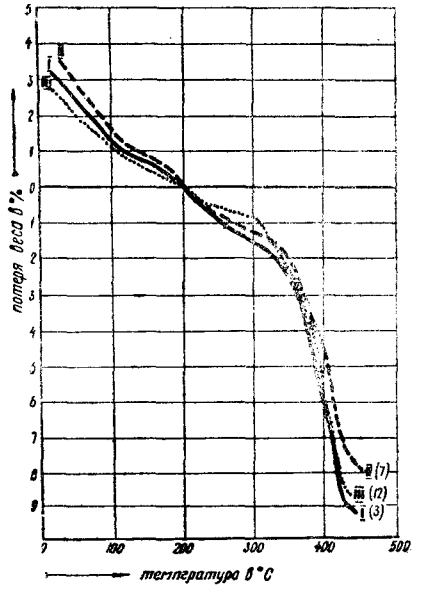

Рис. 6. Кривые потери веса при нагревании икрянной части руд (фракции от 0,50 до 0,25 *мм*). I—гидрогетито-сидеритовая руда, II—гидрогетитовая руда, III—хлорито-гидрогетитовая руда.

ломления $Ng = 1{,}702 \pm 0{,}002$; $Nm = 1{,}672 \pm 0{,}002$ и $Np = 1{,}632 \pm 0{,}001$. Керченит крупнокристаллический, с плеохроизмом от оливково-зеленого по Ng до синего по Np. Кривые нагревания характеризуются эндоэффектом при 180° и экзореакцией при 740° и отличаются от термограмм крымских керченитов [7] небольшой отрицательной остановкой при 585°, которая обусловлена в вахском образце примесью глауконита.

В сравнительно небольшом количестве железистые породы содержат сульфиды железа. Чаще всего они представляют собой мелкие, шаровидные стяжения пирита диаметром 0,05—0,1 *мм*. В полированных шлифах оолитовых гидрогетитовых пород отмечаются мельчайшие кристаллики пирита.

Некоторые выводы

Изучение состава руд показывает, что они относятся к широко распространенному оолитовому гидрогетито-хлорито-сидеритовому типу. Руды различаются преимущественно по составу цемента. Среди них выделены гидрогетито-хлоритовая, гидрогетитовая с коллоидальным железистым цементом и гидрогетито-сидеритовая разновидности. Предложенная нами схема разделения оолитовых железистых руд существенно отличается от классификации Бабина А. А., Герасимовой Д. Г. и Кассир А. М. [1], которые различают гидрогетитовые руды с сидерито-лептохлоритовым цементом, гидрогетито-глауконитовые руды с лептохлорито-глауконито-сидеритовым или фосфатным цементом и оолитовые рыхлые руды. По-видимому, эти авторы не располагали достаточно полными петрографическими материалами. В их схеме пропущен распространенный тип железных руд: оолитовый гидрогетитовый с красновато-бурым железистым цементом, состоящим преимущественно из гидрогетита, коллоидальных соединений железа, кремния и алюминия.

Оолиты и бобовины железных руд сложены преимущественно гидрогетитом. Кроме того, в центральных частях отмечаются обломочные минералы и реликты окисленного глауконита. Цемент руд различен в разных типах. Первоначальное цементирующее вещество представлено железистым хлоритом. При окислении последнего возникал сложный цемент, состоящий из гидрогетита, коллоидных форм гидроокисей железа, кремния и алюминия. Местами при диагенезе наблюдается регенерация хлоритового вещества. Сидерит является наиболее поздним вторичным образованием, причем он может цементировать рыхлые гидрогетитовые пески, образовавшиеся в результате перемыва других железистых пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабин А. А., Герасимова Д. Г. и Кассир А. М. Предварительные данные по минералогии, химическому составу и обогатимости железных руд Колпашевского района, Вестник ЗСГУ № 1, 1957.

2. Веденеева Н. Е. и Викулова М. Ф. Метод исследования глинистых минералов с помощью красителей и его применение в геологии, М. Госгеолиздат, 1952.

3. Горбунов Н. И., Цюрупа И. Г. и Шурыгина Е. А. Рентгенограммы, термограммы и кривые обезвоживания минералов, встречающихся в почвах и глинах, М, изд. АН СССР, 1952.

4. Нагорский М. П. и Зайченко Ю. П. Железоносные горизонты верхнемеловых морских отложений Томской области, Вестник ЗСГУ № 1, 1957.

5. Руксби Х. П. Окислы и гидроокислы алюминия и железа, Сб. Рентген. методы определения минералов глин. М., изд. ин. литерат., 1955.

6. Сердюченко Д. П. Хлориты, их химическая конституция и классификация, Тр. ин-та геол. наук АН СССР, вып. 140, сер. мин.-геохим., № 14, 1953.

7. Чухров Ф. В. и Ермилова Л. П. Новые данные о керченитах Сб. Вопр. геохимии и минералогии, Изд. АН СССР, 1956.

8. Шацкий С. Б. Железоносные верхнемеловые отложения восточной части Западно-Сибирской низменности, Вестн. ЗСГУ № 1, 1957.

9. Kulp J. L. and Trites A. E.—Differential thermal analysis of natural hydrous ferris oxides. Amer. Min., vol. 36, № 1, 1951.