

повнювались волокнистим гіпсом — селенітом, баритом, целестином. В пустотах виростили склянопрозорі пластинчаті гіпси, гіпсові рози то що [3]. Звичайно, процес гідратації і пов'язаного з ним мінералоутворення відбувається і тепер, і супроводжується він широко розвиненим вилогоуванням, утворенням карсту.

Проміжне положення між структурами ангідриту і гіпсу займають залишкові структури, що спостерігаються в ділянках часткової гідратації ангідриту. Тут можуть бути виділені залишково-таблитчаста, залишково-промениста, периста, віночкова, пойкилопорфіробластична та сферолітопорфіроїдна структури.

Аналогічна схема утворення гіпсів шляхом гідратації ангідриту, послідовність виникнення і характер гіпсо-ангидритових структур описуються К. М. Андриановською на підставі вивчення гіпсо-ангидритових порід Індерського соляного підняття [1].

Треба також відзначити, що одною з мінералогічних і структурних особливостей гіпсо-ангидритових порід є постійна присутність в них механічних домішок (нерозчинного залишку), серед яких виділяються компоненти вулканічної діяльності у вигляді уламків вулканічного скла, андезину, ферогіперстену і рогової обманки з оптичними властивостями, тотожними для цих мінералів з проверстків туфів і туфітів, що відмічені в піщано-глинистій надангидритовій товщі [8].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Андриановская К. Н., О генетической последовательности образования микроструктур в ангидритовых и гипсовых породах на примере Индерского соляного поднятия, Мат. ВСЕГЕИ, нов. сер., в. 1, Литология, 1956.
2. Бакли Г., Рост кристаллов, ИЛ., М., 1954.
3. Дромашко С. Г., Минералогия гипсовых месторождений Приднестровья, Сб. Вопросы минералогии осадочных образований, кн. 2, 1955.
4. Заварицкий А. Н., Гипсы и ангидриты села Охлебинина, Изд-во Геол. Комитета, т. 43, № 7, 1924.
5. Кудрин Л. Н., Гипсы верхнего тортона юго-западной окраины Русской платформы, Уч. зап. Львов. ун-та, т. XXXV, сер. геол., в. 8, Львов, 1952.
6. Найдин Д. П., К вопросу об условиях образования и стратиграфическом положении гипсов Приднестровья, Бюл. МОИП, отд. геол., т. XXV (3), 1951.
7. Розумовская Е. Э., Описание структур солевых пород Соликамска и систематическая таблица их свойств, Тр. Ломоносовского института АН СССР, 1937.
8. Ткачук Л. Г., Гуржий Д. В., Рипун М. Б., Литология миоценовых отложений Черновицкой и юго-восточной части Станиславской областей, Изд-во АН УССР, Киев, 1956.
9. Соболев В. С., Введение в минералогию силикатов, Изд-во Львов. ун-та, 1949.

Інститут геології  
корисних копалин АН УРСР

Стаття надійшла  
20.VI 1960 р.

Г. Г. Невойса

### МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД ТА СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ КОНЦЕНТРАТІВ ВИПАЛ-МАГНІТНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ТЮТЮНОВИХ РУД КЕРЧЕНСЬКОГО РОДОВИЩА

В найближчі роки передбачається промислове збагачення тютюнових руд Керченського родовища за випал-магнітним методом. Отже, певний практичний інтерес має детальне вивчення мінерального складу і структурних особливостей продуктів збагачення з метою встановлення найбільш сприятливих режимів магнетитизованого випалення, кількості стадій магнітної сепарації, виявлення меж здрібнювання випалених руд, ступеня розкриття мінералів при різній крупності здрібнювання та ін., тим більше, що в літературі ці питання зовсім не висвітлювалися.

В зв'язку з цим інститут «Механобрчормет» і Науково-дослідний інститут геології Дніпропетровського держуніверситету в 1958—1959 рр. провели дослідження речовинного складу і збагачення випал-магнітним методом (при температурі 750—800° С) різновидів керченської руди. Вага проб становила 70—100 кг, час випалу — 20—30 хв. Нижче наводяться основні дані мінералого-петрографічного вивчення продуктів збагачення.

Дослідження показали [1, 2], що серед тютюнових та коричневих руд з метою збагачення треба обов'язково виділяти три основні відміни, що різняться кількісно-мінералогічним складом та структурними особливостями, а саме: 1) хлорито-гідроgetитові оолітові руди, складені гідроgetитовими оолітами (60—75%) і глинисто-хлоритовим цементом (25—40%); вміст заліза в руді — 40—45,8%; 2) гідроgetито-хлоритові оолітові руди, складені хлоритовими і гідроgetито-хлоритовими оолітами та глинисто-хлоритовим цементом; вміст заліза — 32—40%; 3) гідроgetито-хлоритові цементацийні руди, які складаються з переважаючої глинисто-хлоритової цементної маси (65—85%) та розсіяних в ній гідроgetитових оолітів (15—35%); вміст заліза не перевищує 32—39%. Найбільш поширеними на родовищі є перша і третя відміни. Мінеральний склад сирової руди (порівняно з концентратами) наведено в табл. 2.

Мікроскопічне вивчення концентратів показало, що мінеральний склад та структурні особливості їх визначаються речовинним складом вихідної руди (оолітів та цементу): а) міцні гідроgetитові ооліти сирової руди після випалювання переходять у міцні магнетитові (з тонкодисперсною домішкою силікатів) ооліти, нерідко дуже тріщинуваті; б) рихлі хлоритові, гідроgetито-хлоритові та хлорито-гідроgetитові ооліти сирової руди після відновлювального випалу мають силікатно-магнетитовий або магнетито-силікатний склад (в залежності від їх первісного складу), причому вони зберігають рихле складення та концентричну будову, завдяки чергуванню концентратів магнетиту та силікату; в) хлоритовий цемент руд частково відновлюється до магнетиту (особливо дуже залізисті місця цементу і включені в ньому гідроокиси заліза та карбонати), завдяки чому утворюються магнетито-силікатні зростки або тонкодисперсна суміш силікату з магнетитом.

Вміст заліза в концентратах (табл. 1) також зумовлений речовинним складом вихідної руди: а) концентрати збагачення оолітових відмін руд (проби 23а, 22а, 18, 23), складених у сирому виді, головним чином, гідроgetитовими оолітами, містять заліза більше 50% (від 52% до 57,95%, інколи до 59—62%); б) магнітні концентрати збагачення цементацийних відмін руд (проби 24а, 35), складених у сирому виді, головним чином, силікатом (хлоритом), відзначаються невисоким вмістом заліза — звичайно меншим 50% (45—47,7%), а також присутністю значної кількості  $\text{SiO}_2 + \text{AlO}_3$  (до 27,5%).

Основними мінералами концентратів випал-магнітного збагачення керченських руд є: рудні — магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , вюстит  $\text{Fe}_x\text{O}$  (де  $x < 1$ ), геміт  $\gamma$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , рідко зустрічається гематит  $\alpha$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; нерудні — силікати заліза.

Магнетит складає, головним чином, рудні ооліти та їх уламки величиною від 0,05 до 5 мм (рис. 1,а), ядра геміто-магнетитових оолітів або зовнішню зону гематито-магнетитових оолітів і уламків. Нерідко у магнетиті оолітів зустрічаються включення силікатів заліза величиною 0,003—0,4 мм (рис. 2). Магнетит спостерігається також у зростках з силікатами (розміри включень 0,05—0,3 мм), утворених при випаленні залізистого хлоритового цементу руди, або утворює з силікатами тонкодисперсну суміш (0,001—0,005 мм).

Вюстит встановлюється травленням (насиченим у спирті розчинном  $\text{SnCl}_2$ ), рентгенометричними та хімічними аналізами. Спостерігається у всіх пробах, охолоджених водою, де він з магнетитом складає

Таблиця 1

№№ проби	Вихідна руда	Вміст компонентів у концентраті (%)													
		Fe <sub>3ag</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	AlO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	As	V	Разом
23 а	Оолітова хлорито-гідрогетитова, складена гідрогетитовими солітами . . .	57,95	10,40	—	4,50	40,07	38,40	0,87	2,00	0,50	1,20	0,33	1,123	—	98,39
22 а	Та сама . . . . .	56,00	8,90	—	3,50	59,57	18,40	2,60	1,30	1,00	3,00	0,05	0,12	—	98,44
18	Та сама . . . . .	57,30	7,88	0,13	5,29	56,34	23,00	1,33	1,32	0,94	3,74	—	0,02	0,07	100,06
23	Та сама . . . . .	54,30	8,61	0,05	4,10	51,62	23,32	2,42	1,86	2,66	3,46	0,03	0,11	—	98,24
26	Оолітова гідрогетито-хлоритова, складена хлоритовими та гідрогетито-хлоритовими оолітами . . . . .	50,20	17,40	—	5,40	41,42	28,50	0,99	2,50	0,96	3,00	0,15	0,06	—	100,36
17	Та сама . . . . .	50,30	15,92	0,14	5,63	46,19	23,12	1,80	1,58	1,01	2,89	0,14	0,076	—	98,50
24 а	Цементацийна гідрогетито-хлоритова .	46,80	22,40	—	5,10	37,57	26,30	0,99	2,20	1,20	2,88	0,07	0,06	—	98,77
35	Та сама . . . . .	47,50	18,81	—	8,07	49,76	16,32	1,16	1,60	1,38	3,08	—	0,066	0,08	100,25

ооліти та їх уламки (особливо зовнішню оболонку) і утворює зростки з силкатами. При магнітній сепарації вільні зерна вюститу відходять до хвостів.

Магеміт утворюється шляхом окислення магнетиту киснем повітря при охолодженні випаленої руди. Встановлюється під мікроскопом на підставі більш сильної, ніж у магнетиту, відбивної здатності ( $R \sim 25\%$ ), бурого-червоного або червоного кольору внутрішніх рефлексів, рентгенометричними та хімічними аналізами. Магеміт заміщує магнетит оолітів та їх уламків, складаючи в них суцільну зовнішню каймку

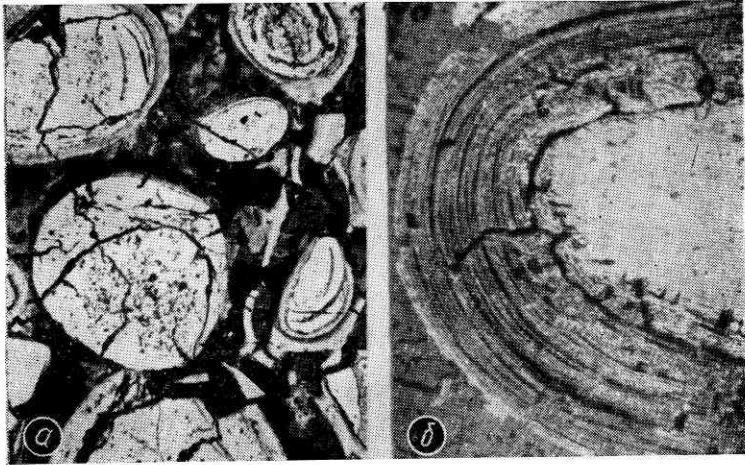


Рис. 1.

а) Магнетитові ооліти та їх уламки із концентратів випал-магнітного збагачення оолітової руди; темно-сіре і чорне — скріплююча речовина та дірки. Відбивне світло.  $\times 70$ . б) Концентрична будова силкатно-магнетитового ооліту; ядро — магнетитове (світло-сіре), зовнішня оболонка — магнетито (світло-сіре)- силкатна (темно-сіре). Відбивне світло.  $\times 70$ .

(0,04—1,3 *мм*), або він у вигляді зерен величиною 0,01—0,03 *мм* розсіяний в зовнішній оболонці, рідко по всьому магнетитовому ооліту (особливо по тріщинах). В деяких оолітах магнетит майже цілком окислений до магеміту і зустрічається тільки в проміжках між зернами останнього.

Гематит зустрічається в обмеженій кількості, головним чином, в центральній частині гематито-магнетитових оолітів, у вигляді суцільних або роз'єднаних реліктових ділянок, невідновлених до магнетиту.

Силкати заліза являють собою аморфні продукти обезводнювання та випалу хлориту сирової руди, в яких при випалі цілком виділилася вода і зруйнувалася кристалічна решітка, але речовина ще не перейшла у скловидну фазу або інший силкат кристалічної будови з визначеними оптичними константами. Забарвлення силкатів змінюється від безкольорового до жовтого або бурого різних відтінків, в залежності від ступеня залізистості.

Показники заломлення, як і у невипалених їх аналогів (хлоритів), коливаються в широких межах ( $N_{\text{сер}} = 1,570—1,780$ ), що зумовлено різним хімічним складом силкатів. У концентратах силкати заліза утворюють окремі зерна з розсіяними в них включеннями (величиною 0,003—0,5 *мм*) магнетиту та магеміту, складають спільно з рудними мінералами зовнішні оболонки оолітів, чергуючись у вигляді переривчастих хвилястих концентрів шириною в 0,01—0,03 *мм*, або утворюють тонкодисперсну суміш з магнетитом та магемітом.

Мінералого-петрографічні дослідження концентратів показують, що вони складені двома структурними компонентами: рудними оолітами та їх уламками; зростками рудних мінералів з силкатами.

Серед оолітів та їх уламків за мінералогічним складом виділяються: а) магнетитові та вюстити-магнетитові міцні, нерідко тріщинуваті ооліти, які складають переважну частину (до 70—80%) концентратів (рис. 1,а); б) магеміто-магнетитові ооліти та їх уламки; ці два типи оолітів утворюються при випалі міцних гідрогетитових оолітів сирової ру-



Рис. 2. Випалені ооліти, складені магнетитом (світло-сіре) та силікатом (темно-сіре); сіре — скріплююча речовина. Відбивне світло.  $\times 70$ .

ди; в) силікатно-магнетитові рихлі ооліти (рис. 1,б; 2) інколи з ясною концентричною будовою, які утворюються при випалі хлорито-гідрогетитових та гідрогетито-хлоритових рихлих оолітів сирової руди. Силікати спостерігаються у вигляді безформених включень (величиною 0,02—0,06 мм) в магнетиті або складають переривчасті концентри в оолітах.

Таблиця 2

Мінерали	Оолітові руди						Цементайні руди				
	Проба 26			Проба 23			Проба 27			Проба 24	
	Сира руда	Концентрат	Хвости	Сира руда	Концентрат	Хвости	Сира руда	Концентрат	Хвости	Руда	Концентрат
Магнетит . . . . .	—	78,6	12,5	—	53,8	5,0	—	45,9	4,0	—	43,7
Вюстит . . . . .	—	—	—	—	20,8	—	—	2,2	11,3	—	9,9
Магеміт . . . . .	—	—	—	—	1,5	—	—	3,0	—	—	5,0
Гематит . . . . .	—	—	—	—	0,5	—	—	—	8,0	—	—
Металічне залізо . . . . .	—	0,5	—	—	0,4	—	—	—	0,4	—	0,4
Гідрогетит . . . . .	62,0	—	—	60,1	—	—	18,1	—	—	25,7	—
Сидерит . . . . .	0,5	—	—	—	—	—	5,1	—	—	—	—
Гідроокиси та окиси Мп . . . . .	—	1,0	1,5	1,4	0,9	1,7	—	2,8	0,7	1,0	1,0
Силікати (хлорит, випалений хлорит), фосфати заліза . . . . .	36,6	19,0	82,2	36,8	20,6	91,0	73,9	44,4	70,5	71,2	38,5
Кварц . . . . .	0,4	0,9	0,3	1,2	1,5	1,0	1,5	1,7	1,4	1,1	1,5
	0,5	—	3,5	0,5	—	1,3	1,0	—	3,7	0,4	—
Разом . . . . .	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Крім оолітів, концентрати містять ту чи іншу кількість (до 25—30%) зростків рудних мінералів з силікатами, серед яких найбільш часто зустрічаються такі типи. Силікатно-магнетитові зростки, складені магнетитом у вигляді безформених виділень, проміжки між якими вповнені ізотропним силікатом (рис. 3); розміри включень силікату в маг-

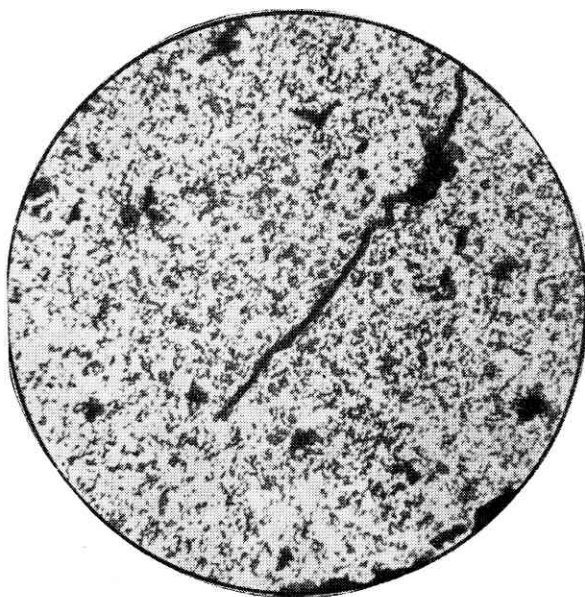


Рис. 3. Тонкодисперсна суміш магнетиту (світло-сіре) з силікатами (темно-сіре) в силікатно-магнетитових зростках із концентратів збагачення цементаційної руди. Відбивне світло.  $\times 200$ .

Таблиця 3

Проба 23		Проба 26		Магнетит (за В. І. Міхеевим)		Проба 23		Проба 26		Магнетит (за В. І. Міхеевим)	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
—	—	—	—	1	4,21	сил.	1,616	сил.	1,616	9	1,612
д. сл.	3,221	сл.	3,238	3	(3,31)	д. сил.	1,478	д. сил.	1,478	9	1,479
сер.	2,927	сер.	2,943	6	2,99	—	—	д. сил.	1,414	2	1,411
сер.	2,765	сер.	2,765	5	(2,807)	сл.	1,331	д. сл.	1,329	3	1,325
д. сил.	2,504	д. сил.	2,504	10	2,541	сл.	1,277	сл.	1,279	5	1,277
сл.	2,405	сл.	2,405	3	2,428	—	—	—	—	2	1,264
сл.	2,289	сл.	2,289	3	(2,310)	сл.	1,212	—	—	3	(1,209)
д. сл.	2,177	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,174
сил.	2,085	сил.	2,085	7	2,098	—	—	—	—	1	(1,153)
—	—	—	—	2	(1,884)	—	—	—	—	4	1,119
сер.	1,774	сер.	1,774	4	(1,785)	—	—	—	—	8	1,091
сер.	1,711	сер.	1,711	5	1,710	—	—	—	—	6	1,047
сл.	1,639	сл.	1,639	2	(1,632)	—	—	—	—	—	—

нетиті — 0,003—0,3 мм. Магнетито-силікатні зростки, складені силікатом з включеннями то рідких, то численних (10—50%) зерен магнетиту величиною 0,005—0,04 мм, а також більш крупних виділень та оолітів магнетиту (0,08—0,5 мм); нерідко вони являють собою тонкодисперсну суміш (0,001—0,002 мм) силікату з магнетитом. Мінеральний склад концентратів випал-магнітного збагачення наводиться в табл. 2.

Як показують мінералогопетрографічні дослідження, концентрати збагачення оолітових хлорито-гідрогетитових руд складені, головним чином, магнетитовими і вюстити-магнетитовими (з тонкодисперсною доміш-

кою силікатної речовини) оолітами та їх уламками (до 75—80%), а в незначній мірі й зростками магнетиту з силікатами. Це підтверджується також рентгенометричними аналізами (табл. 3). Концентрати збагачення цементацийних і гідрогетито-хлоритових оолітових руд складені як магнетитовими і вюстити-магнетитовими оолітами та їх уламками (до 50—55%), так і зростками магнетиту (вюститу) з силікатами (до 30%), які утворилися шляхом випалу залізистої хлоритової речовини сирової руди. Завдяки цьому вони відрізняються зниженим вмістом заліза (до 50—51%) та підвищеною кількістю  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  (до 28%).

Таким чином, проведені дослідження концентратів випал-магнітного збагачення тютюнових руд вказують на присутність в них більшої або меншої кількості (інколи до 30—40%) зростків рудних мінералів з силікатами (особливо при збагаченні цементацийних руд), завдяки чому не завжди можна одержувати багаті залізом (більше 55—59%) концентрати та бідні за його вмістом хвости (менше 30—20%). Враховуючи, що розміри рудних зерен в зростках змінюються, в основному, від 0,008 мм до 0,2—0,3 мм, випалену руду треба дробити перед магнітною сепарацією до крупності в 0,2 мм. При цьому досягається досить повне розкриття мінералів і не спостерігається дуже мілкого здрібнювання руди, що дає можливість ефективно проводити магнітну сепарацію.

На закінчення треба сказати, що дослідження речовинного складу та збагачення основних відмін руд (оолітових та цементацийних) на більш крупних пробах в напівпромислових та промислових масштабах є одним з головних завдань при дальшому вивченні керченських руд.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Литвиненко А. У., Особенности строения рудных залежей Керченского месторождения и закономерности распределения в них железа и марганца, Геология рудн. месторождений, № 4, 1959.

2. Невойса Г. Г., Минеральный состав табачных руд Керченского месторождения, ДАН СССР, т. 103, № 3, 1960.

Науково-дослідний інститут  
геології Дніпропетровського університету

Стаття надійшла  
21.IV 1960 р.

**Б. І. Ярош**

### ПРО ФОРМУВАННЯ СТРУКТУР НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ РОДОВИЩ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Питання про походження структур нафтових і газових родовищ Зовнішньої зони Передкарпатського прогину притягало увагу багатьох геологів. Однак єдиної точки зору на їх генезис ще не існує. Одні дослідники (І. М. Кухтін та ін.) вважають основним і єдиним фактором утворення структур Зовнішньої зони прогину тектонічні переміщення, другі (наприклад, В. М. Утробін) — основну роль відводять давньому ерозійному рельєфу дотретинної поверхні, треті (В. І. Антипов та ін.) — додержуються думки про полігенність структур.

Розглянемо деякі фактори, які мали вплив на формування даних структур. Північно-західна частина Зовнішньої зони прогину розбита крупними порушеннями типу скидів з амплітудою зміщення в 500—2000 м. Простягання цих скидів, як справедливо відмічає В. В. Глушко [3], не збігається з простяганням тектонічних елементів Карпат і Передкарпатського прогину, але добре погоджується з тектонічною структурою цієї області в юрському періоді. Ця обставина, а також відсутність верхньокрейдових відкладів на південний захід від Городоцького скиду (він простягається майже через населені пункти Яворів, Городок, Комарно [10]), при наявності потужної товщі цих порід на пів-

Т. 21  
в. 5

1-4 УРСР

АКАДЕМІЯ НАУК  
УКРАЇНСЬКОЇ РСР  
ВІДДІЛ ХІМІЧНИХ  
І ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК

ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ  
ГЕОЛОГІЇ І ОХОРОНИ  
НАДР ПРИ РАДІ  
МІНІСТРІВ УРСР

# ГЕОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Том XXI, вип. 5

ВИДАВНИЦТВО АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР  
КИЇВ — 1961

№ 499

УПРАВЛІННЯ  
ГЕОЛОГІЧНОЇ І ОХОРОНИ  
НАДР ПРИ РАДІ  
МІНІСТРІВ  
УРСР