

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

### ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Знання мінералогічного типу руди необхідно при проектуванні дробильних і збагачувальних фабрик, при проектуванні і прогнозуванні роботи фабрик окискування.

Потужність і тип дробильних агрегатів, способи збагачення визначаються відповідними властивостями руд що перероблюються. В залежності від типу руди задаються вмістом вуглецю і вологи в агломераційній шихті.

Меншу витрату вуглецю на процес спікання шихти із магнетитових руд обумовлено виділенням тепла за рахунок екзотермічних реакцій окислення магнетиту в гематит і випалювання сульфідної сірки. Високі витрати тепла на розкладання гідратів і карбонатів заліза обумовлюють підвищення вмісту вуглецю при спіканні відповідно бурих залізняків і сидеритів. Розвиток відновлюючих процесів оксидів заліза потребує додаткового тепла при спіканні гематитових руд.

В розрахунках продуктивності обпалювальних і агломераційних машин, а також ємності штабелів на усереднювальних складах і ємності бункерів в шихтових відділеннях фабрики окискування ураховують насипну вагу руд, яка залежить від мінералогічного типу.

Визначити мінералогічний тип руди можливо користуючись даними табл.2.1.

Таблиця 2.1

Вміст вуглецю в шихті, її вологість і насипна щільність

Мінералогічний тип руди	Рудний мінерал	Насипна щільність, т/м <sup>3</sup>	Вміст в шихті, %	
			вуглець	волога
Магнітний залізняк	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1,76–2,00	3,5-4,5	6,0–8,0
Красний залізняк	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,48–1,60	4,5-5,0	8,0-10,0
Бурий залізняк	nFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ×mH <sub>2</sub> O	0,55–0,60	6,0-8,0	14,0-18,0
Шпатовий залізняк (сидерит <sup>1</sup> )	FeCO <sub>3</sub>	0,50–1,70	-	-

Таблиця 2.2

Неповний хімічний склад руд різного мінералогічного типу

Тип руди	Fe <sub>заг.</sub>	FeO	ВПП
Магнітний залізняк	40-65	15-28	до 5,0
Красний залізняк	50-60	до 2,5	до 5,0
Бурий залізняк	35-50	до 2,0	10-12
Шпатовий залізняк	25-35	>28,0	28-33

Звичайно приймають, що в основному з втратами при прокалюванні (ВПП) в сидерит входять CO<sub>2</sub>, а в інших матеріалах – гідратна волога. При відсутності даних про з'єднання сірки в матеріалах умовно приймають, що вся сірка в магнетитових і полумартітових рудах зв'язана в пірит FeS<sub>2</sub>; в других типах залізних руд, а також в марганцевих рудах, вапняках, колошниковому пилу – в сірчистому ангідриді SO<sub>3</sub>.

Тип руди в залежності від ступеню окислення магнетиту можливо визначити, користуючись рекомендаціями академіка Павлова М.А. Для характеристики окисленості руд прийнято користатися відношенням Fe<sub>заг.</sub>/Fe<sub>FeO</sub>. У чистому магнетиті це відношення дорівнює 3 (72,4/24,3).

- звичайно до магнітних залізників відносяться руди, у яких це відношення менше 3,5.

<sup>1</sup> Сидерити звичайно оцінюються в суміші з другими рудами, частіше з бурими залізниками. Тому в розрахунках необхідно задаватись вмістом вуглецю і вологи в шихті, яка близька для випадку спікання бурих залізників. Концентрати збагачення сидеритів після відновлювального обпалу спікаються при тих же умовах, що і магнітні залізники.

- при відношенні 3,5-7,0 руди відносять до полумартитів;
- при відношенні 7,0- до мартитів.

Визначення мінералогічного типу необхідно при підготовці вихідних даних для складання матеріального і теплового балансів доменного процесів і процесів окискування. Як правило, дані хімічного складу матеріалів відображають не всі, а тільки основні компоненти, які представляють для металургів інтерес. Часто в хімічних складах вміст деяких елементів вказується в вільному складі.

Ясно, що в таких випадках сума компонентів хімічного складу буде менше 100 %. Забезпечити матеріальний баланс доменного процесу і процесу окискування можна тільки при рівнянні всіх складових хімічного складу 100%.

Приклад. Агломераційний цех працює на концентраті наступного хімічного складу, %

Fe	Mn	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	FeO	ВПП
52,0	0,4	0,04	1,2	8,8	4,0	5,6	0,4	20,0	1,8

Перевірити суму компонентів хімічного складу на 100 %. Прийняти вологість шихти і вміст в ній вуглецю.

Рішення.

Так. Як відношення  $Fe_{заг.}/Fe_{FeO}=52,72/20,56 < 3,5$ , ВПП не перевищують 5 %, концентрат який розглядається є магнетитовий, в якому сірка зв'язана в пірит FeS<sub>2</sub>.

$$\text{З сіркою зв'язано залізо } \frac{1,2 \cdot 56}{64} = 1,05\%$$

$$\text{В концентраті вміщується піриту } \frac{1,05 \cdot 120}{56} = 2,25\%$$

$$\text{В FeO зв'язано заліза } \frac{20 \cdot 56}{72} = 15,56\% .$$

$$\text{Кількість заліза в Fe}_2\text{O}_3 \quad 52 - 1,05 - 15,56 = 35,39 \%$$

В концентраті вміст гематиту ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )  $\frac{35,39 \cdot 160}{112} = 50,56\%$

В концентраті вміст  $\text{MnO}$  і  $\text{P}_2\text{O}_5$  складе відповідно:

$$\text{MnO} \frac{0,4 \cdot 71}{55} = 0,52\% \quad \text{P}_2\text{O}_5 \frac{0,04 \cdot 142}{62} = 0,09\% .$$

Після виконання розрахунків складемо вміст всіх компонентів хімічного складу:

$$2,25 + 50,56 + 29,0 + 0,52 + 0,09 + 8,8 + 4,0 + 5,6 + 0,4 + 1,8 = 94,02 \%$$

Нерівняння суми компонентів 100 % може бути при неточному хімічному аналізі, або прийнятого розподілу елементів по з'єднанням.

Перерахуємо хімічний склад концентрату на 100 % згідно виразу

$$K_i^{100} = \frac{K_i^{вих.}}{\sum K_i^{вих.}} = 100 ,$$

де  $K_i^{вих.}$  – вміст компонента в вихідному хімічному складі, %;

$K_i^{100}$  – теж саме після перерахунку на 100 %;

$\sum K_i^{вих.}$  – сума вмісту компонентів в вихідному хімічному складі, %.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3^{100} = \frac{50,56 \cdot 100}{94,02} = 53,78 \%$$

$$\text{FeO}^{100} = \frac{20 \cdot 100}{94,02} = 21,27 \%$$

$$\text{FeS}_2^{100} = \frac{2,25 \cdot 100}{94,02} = 2,39 \%$$

$$\text{P}_2\text{O}_5^{100} = \frac{0,09 \cdot 100}{94,02} = 0,1 \%$$

$$\text{MgO}^{100} = \frac{0,4 \cdot 100}{94,02} = 0,43 \%$$

$$\text{SiO}_2^{100} = \frac{8,8 \cdot 100}{94,02} = 9,36 \%$$

$$\text{MnO}^{100} = \frac{0,52 \cdot 100}{94,02} = 0,55 \%$$

$$\text{CaO}^{100} = \frac{5,6 \cdot 100}{94,02} = 5,96 \%$$

$$Al_2O_3^{100} = \frac{4,0 \cdot 100}{94,02} = 4,25 \%$$

$$ВПП^{100} = \frac{1,8 \cdot 100}{94,02} = 1,91 \%$$

Визначимо суму нових значень вмісту компонентів:

$$53,78 + 21,27 + 2,39 + 0,1 + 0,55 + 9,36 + 5,96 + 0,43 + 4,25 + 1,91 = 100 \%$$

Розрахуємо вміст в концентраті Fe, Mn, P і S в вигляді вільних елементів, виходячи із перерахованого вмісту їх з'єднань

$$Fe \quad \frac{53,78 \cdot 112}{160} + \frac{21,27 \cdot 56}{72} + \frac{2,39 \cdot 56}{120} = 55,31\% ;$$

$$Mn \quad \frac{0,85 \cdot 55}{71} = 0,43\% ;$$

$$P \quad \frac{0,1 \cdot 62}{142} = 0,044\% ;$$

$$S \quad \frac{2,39 \cdot 64}{120} = 1,27\% .$$

Так, як спікається магнетитовий концентрат, приймаємо (див. таб. 2.1) вміст вуглецю в шихті 4,0 %, вологи 7,5 % а насипну щільність шихти 2,0 т/м<sup>3</sup>.

### ЗАВДАННЯ

Користаючись даними хімічного складу залізних руд (%), приведеними в табл.2.3, визначити приналежність руди і концентрату, перевірити суму складових компонентів на 100 %. Прийняти вміст вологи і вуглецю в агломераційній шихті і її насипну щільність

Таблиця 2.3

## Хімічний склад залізних руд і концентратів

Варіант	Родовище залізних руд	Матеріал	Вміст, %											
			Fe	Mn	P	S	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	ВПП
1	Рудогорське	руда	38,4	0,09	0,44	0,05	6,7	12,4	5,8	9,9	8,4			1,3
		концентрат	58,0	0,15	0,3	0,01	18,0	4,6	2,2	3,2	2,8	0,2	0,33	4,72
2	Атасуйське	руда	45,0	1,07	0,04	0,92	15,1	20,78	4,38	0,37				2,09
		концентрат	50,0	0,6	0,04	0,47	23,4	17,57	3,6					3,5
3	Аятське	руда	37,1	0,88	0,4	0,35	1,3	16,0	8,6	1,8	1,02			17,3
		концентрат	52,0	1,16	0,41	0,1	25,0	14,6	8,5	1,6	0,9			
4	Лисаковське	руда	36,4		0,48	0,03		31,0	4,67	0,73				11,7
		концентрат	47,46	0,29	0,61	0,05	0,66	10,94	4,96	0,65	0,59	0,25		12,77
5	Абаканське	руда	45,5	0,07	0,19	2,3	7,1	13,8	4,2	4,1	2,2			3,5
		концентрат	52,52	0,19	0,11	0,29	17,9	6,2	1,36	2,3	1,2	0,2		0,7
6	Коршуновське	руда	34,5	0,05	0,26	0,04	11,3	23,4	5,7	9,0	9,7			9,7
		концентрат	61,0	0,13	0,11		22,0	4,2	3,39	1,5	4,0	0,38		1,23
7	Сарбайське	руда доменна	58,2	0,07	0,1	0,23	26,1	5,95	1,26	3,17	1,33	0,21		2,52
		концентрат	66,1	0,1	0,05	0,33	27,05	3,86	1,25	1,12	0,89	0,24	0,15	1,39
8	Качарське	руда	59,1	0,19	0,03	0,06	27,1	8,7	2,9	1,8	3,1			2,3
		концентрат	65,0	0,19	0,02	0,1	28,68	4,5	2,0	0,9	1,0	0,08		0,4
9	Михайловське	руда	57,28	0,05	0,04	0,22	13,1	10,42	1,69	0,32				4,46
		концентрат	66,3	0,015	0,015	0,03	26,0	6,32	0,26	0,39			0,14	0,88
10	Стойленське	руда	51,96	0,18	0,026	0,036	5,14	13,4	5,3	1,07	0,44			5,75
		концентрат	65,6	0,046	0,016	0,049	27,5	7,5	0,45	0,22	0,5			0,55
11	Соколовське	руда	55,43	0,11	0,11	0,13	22,82	9,95	2,18	4,02	2,42	0,25	0,1	2,8
		концентрат	66,2	0,09	0,04	0,34	27,1	4,0	0,99	1,1	0,85	0,23	0,11	1,4
12	Лисаковське	руда	35,8	0,1	0,5	0,03		29,0	4,8	0,66				12,0
		концентрат	50,0	0,23	0,74	0,02	20,0	7,86	5,26	0,6	0,5	0,1		
13	Лебедінське	руда	33,51		0,091	0,065	13,1	42,59	1,86	1,62	1,34	0,24		
		концентрат	68,0		0,009	0,02	26,5	4,5	0,15	0,3	0,4			0,3

Варіант	Родовище залізних руд	Матеріал	Вміст, %											
			Fe	Mn	P	S	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	ВПП
14	Криворіжське	руда	33,0		0,035	0,11		42,0	0,6	1,4	1,8			
		концентрат	65,0	0,09	0,004	0,01	20,84	8,19	0,22	0,55	0,35			
15	Ковдорське	руда	31,5		2,86	0,18	11,9	9,0	2,7	8,4	10,5	0,4		
		концентрат	63,48	0,44	0,09	0,2	23,48	0,72	0,65	0,53	4,73	1,25		1,3
16	Керченське	руда	38,3	1,99	0,98	0,13		19,0	5,0	1,9	1,1			12,0
		концентрат	46,07	2,12	1,16	0,097		10,77	3,3	1,34	0,74	0,11		11,55
17	Дашкесанське	руда	36,0		0,1	0,066	13,0	220,03	4,7	14,0	1,3			1,2
		концентрат	60,5		0,044	0,025	20,8	6,73	1,9	4,9	0,58			0,8

#### Контрольні запитання

1. Що таке залізна руда?
2. Які Ви знаєте типи залізних руд?
3. Як визначити приналежність руди і концентрату?
4. Назвіть неповний хімічний склад руд різного мінералогічного типу.