

кент, 1983. – С. 44-45.

15. Горобец Л.Ж. О методике оценки механоактивационных свойств диспергированных продуктов // Тез. докл. VI Всесоюз. семинара "Дезинтеграторная технология". – Таллинн. – 1989. – С. 24-26.

16. Бовенко В.Н., Горобец Л.Ж. Влияние плотности энергии разрушения на механоактивационную способность диспергированных продуктов // Физ.-техн. пробл. разраб. полезн. ископаемых. – 1988. – № 1. – С. 44-49.

17. Об эффективности использования струйного измельчения при подготовке руд и концентратов к обогащению и металлургической обработке / Бортников А.В., Телегин М.О., Беликов В.В., Горобец Л.Ж., Кучаев В.А. // Обогащение руд. – 1996. – № 5. – С. 3-6.

© Горобец Л.Ж., 2019

Надійшла до редколегії 27.05 2019 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким

УДК 622.775

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21339.92962>

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук,

П.К. НІКОЛАЄНКО, К.В. НІКОЛАЄНКО, канд. техн. наук

(Україна, Кривий Ріг, Криворізький національний університет)

ВПЛИВ ДРОБЛЕННЯ ГЕМАТИТОВИХ РУД В ВАЛКОВІЙ ДРОБАРЦІ З ВАЛКАМИ ВИСОКОГО ТИСКУ НА КІНЦЕВІ ПОКАЗНИКИ ЇХ ЗБАГАЧЕННЯ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Селективність розкриття мінералів при дробленні є актуальною проблемою, вирішення якої дозволить знизити втрати рудних мінералів при збагаченні руд і підвищити якість кінцевих концентратів.

Аналіз досліджень і публікацій. В даний час проблему розкриття мінералів в процесі переробки вирішують традиційним шляхом поетапного дроблення вихідної руди в щоківних, конусних, валкових на інших дробарках до крупності 20-0 мм та подрібнення в млинах до крупності 1-0 мм і менше. При такій схемі рудопідготовки існує велика ймовірність низької селективності розкриття, з переподрібненням рудних мінералів та зниженням технологічних показників при подальшому збагаченні.

Одним з рішень підвищення селективності розкриття мінералів в процесі рудопідготовки є застосування в схемі валків високого тиску (ролер-пресів), які дозволяють дробити шматки руди крупністю 20-0 мм до крупності 1-0 мм та менше, при високій селективності їх руйнування

Постановка завдання. Метою даних досліджень є, порівняння показників збагачення двох проб гематитових руд при дробленні їх в щоківній і валковій дробарках та валках високого тиску.

Підготовчі процеси збагачення

Викладення матеріалу та результати. Вихідна руда була представлена двома різновидами гематитових руд Валявкінського родовища крупністю 20-0 мм. Характерною особливістю цих різновидів була велика різниця у їх міцності.

Роботу проведено у два етапи.

На першому етапі, вивчався вплив на показники збагачення послідовного дроблення руд у щоківій та валковій дробарках.

Підготовка вихідної руди крупністю 20-0 мм, до збагачення, проводилася наступним чином: дроблення в щоківій дробарці до крупності 6,35-0 мм, з дробленням отриманого продукту у валковій дробарці до крупності 1-0 мм.

Гранулометричний склад матеріалу наведено на рис. 1.

Мінералогічними дослідженнями встановлено, що вміст розкритого кварцу у дробленій руді крупністю 1-0 мм складає 23-38%, тому було проведено попереднє «сухе» магнітне збагачення досліджуємих проб при напруженості поля 0,8 Тл.

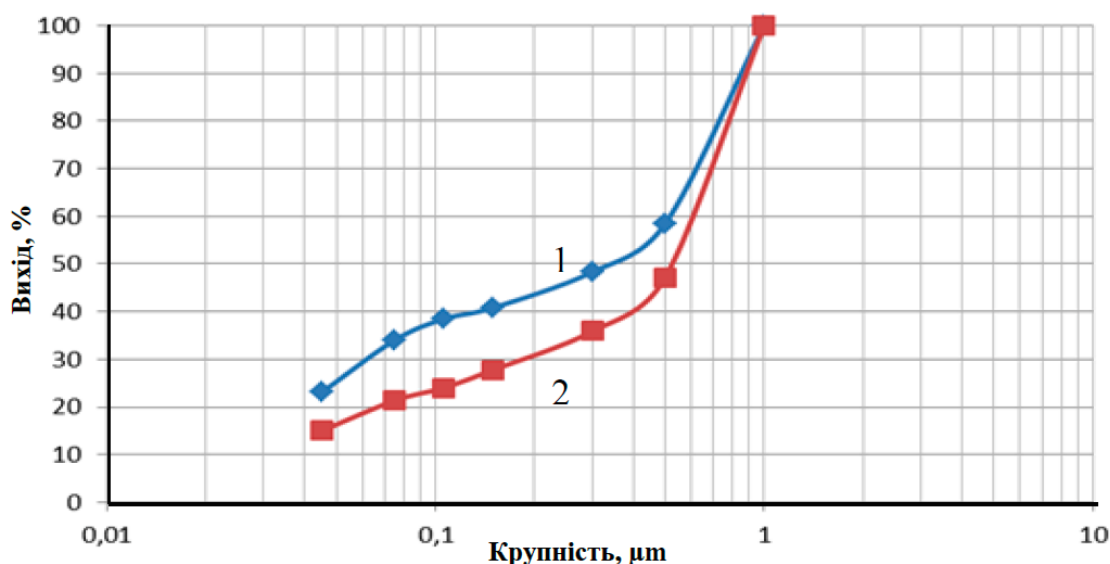


Рис. 1. Гранулометричний склад вихідного матеріалу:
1 – перша проба; 2 – друга проба

Аналіз отриманих результатів (табл. 1) показує, що застосування «сухої» магнітної сепарації дозволяє виділити в відходи 26,74-29,67% по виходу немагнітного продукту, при вмісті заліза загального 11,4%. Вміст заліза у магнітному продукті склав 43,92-44,67%.

При цьому має місце перерозподіл кварцу, вміст якого у немагнітному продукті склав 74,48-84,2% проти 45,66-47,86% у вихідній руді.

Результати сухої магнітної сепарації проб руди крупністю 1-0 мм

№ проби	Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід %	Fe _{заг} %	SiO ₂ %	Вилучення Fe _{заг} %	Вилучення SiO ₂ ,%
1	0,8	Живлення	100,00	34,27	5,66	100,00	100,00
		Магнітний продукт	70,33	43,92	33,50	90,13	51,60
		Немагнітний продукт	29,67	11,40	74,48	9,87	48,40
2	0,8	Живлення	100,00	35,77	47,86	100,00	100,00
		Магнітний продукт	73,26	44,67	34,60	91,49	52,96
		Немагнітний продукт	26,74	11,40	84,20	8,51	47,04

З метою подальшого розкриття руди, магнітний продукт «сухої» магнітної сепарації було подрібнено до крупності 150 мкм, при якій спостерігається вміст розкритого гематиту та кварцу 32-54% та 54-82% відповідно.

Одночасно було визначено індекс Бонда (після п'яти подрібнювальних циклів), який склав: для проби 1 – 10,49 кВт*год/т та 6,17 кВт*год/т для проби 2.

Подрібнений продукт крупністю 150-0 мкм було направлено на першу стадію «мокрої» високо інтенсивної магнітної сепарації. Було проведено дослідження впливу на показники розділення, індукції магнітного поля в діапазоні 0,7-1 Тл.

Аналіз отриманих результатів для проби 1 (табл.2) показав, що оптимальним значенням індукції магнітного поля є 0,8 Тл, при якій досягнута максимальна якість магнітного продукту по вмісту заліза загального (58,36%) при значному (95,08%) його вилученні.

Застосування даного значення індукції для магнітного збагачення проби 2 дозволило отримати магнітний продукт з вмістом заліза загального 57,25% при вилученні його 86,46%.

З ціллю подальшого розкриття руди, магнітний продукт «мокрої» високо інтенсивної магнітної сепарації було подрібнено до крупності 53 мкм, при якій спостерігається вміст розкритого гематиту та кварцу 86-87% та 77-91% відповідно.

Результати «микрої» високо інтенсивної магнітної сепарації подрібненого магнітного продукту «сухої» магнітної сепарації крупністю 150-0 мкм

Вихідний матеріал	D80 (мкм)	Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід, %	Fe ₂ O ₃ , %	SiO ₂ , %	Вилучення, Fe ₂ O ₃ %	Вилучення, SiO ₂ %	SI
Проба 1	150	0,7	Живлення	100,00	43,54	35,49	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	28,42	9,51	83,70	6,34	67,02	
			Магнітний продукт	71,58	56,97	16,35	93,66	32,98	5,48
	150	0,8	Живленн	100,00	44,26	35,42	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	27,89	7,81	86,90	4,92	68,44	
	150	0,9	Живлення	100,00	43,90	35,45	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	74,12	6,86	88,30	4,04	64,45	
			Магнітний продукт	25,88	56,84	17,00	95,96	35,55	6,57
	150	1	Живлення	100,00	43,11	36,22	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	26,26	9,44	86,86	5,76	60,66	
			Магнітний продукт	73,74	55,10	19,32	94,24	39,34	5,02
	Проба 2	150	0,8	Живлення	100,00	42,42	38,17	100,00	100,00
Немагнітний продукт				35,94	15,97	75,20	13,54	70,80	
Магнітний продукт				64,06	57,25	17,40	86,46	29,20	5,81

Подрібнений продукт крупністю 53-0 мкм було направлено на другу стадію «микрої» високо інтенсивної магнітної сепарації. Було проведено дослідження впливу на показники розділення, індукції магнітного поля в діапазоні 0,6-0,9 Тл.

Аналіз отриманих результатів для проби 1 (табл. 3) показав, що оптимальним значенням індукції магнітного поля є 0,8 Тл, при якій досягнута максимальна якість магнітного продукту по вмісту заліза загального (63,38%) при значному (94,31%) його вилученні. Застосування даного значення індукції для магнітного збагачення проби 2 дозволило отримати магнітний продукт з вмістом заліза загального 64,66% при вилученні його 72,34%.

Таким чином, застосування послідовності операцій: дроблення вихідної руди в шоківій та валковій дробарках до крупності 1-0 мм, «суха» магнітна сепарація дробленої руди, дві стадії «микрої» високо інтенсивної сепарації мате-

ріалу крупністю 150 та 53 мкм відповідно, дозволило отримати кінцевий продукт з вмістом заліза загального 63,38-64,66%. При цьому отримані кінцеві магнітні продукти мають високий вихід від операції (64,05-86,53%) та вилучення заліза (72,34-94,31%), при порівняно низькому (5,97-8%) вмісті в них кремнезему. Середні показники по двом пробам складуть: вихід магнітного продукту від операції 75,29%, вміст заліза загального 64,02%, вилучення заліза 83,33%.

На другому етапі, вивчався вплив на показники збагачення дроблення руд у валках високого тиску (ролер-пресі).

Дослідження проведено на шихті з двох проб руди крупністю 20-0 мм у співвідношенні 50:50, яка подавалася на дроблення в валки великого тиску (ролер-пресі) до крупності 1– 0 мм.

Параметри роботи дробарки наведено в табл. 4.

Гранулометричний аналіз досліджуємої проби після дроблення до крупності 1-0мм наведено на рис 2.

Таблиця 3

Результати «мочної» високо інтенсивної магнітної сепарації подрібненого магнітного продукту першої стадії «мочної» магнітної сепарації, крупністю 53-0 мкм

Вихідний матеріал	D ₈₀ (мкм)	Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід, %	Fe%	SiO ₂ %	Вилучення, Fe %	Вилучення SiO ₂ %	S1
Проба 1	53	0,6	Живлення	100,00	58,12	14,56	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	16,58	31,59	50,50	9,01	57,51	
			Магнітний продукт	83,42	63,39	7,42	90,98	42,51	3,70
	53	0,7	Живлення	100,00	58,39	14,44	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	12,37	24,40	60,30	5,17	51,66	
			Магнітний продукт	87,63	63,19	7,96	94,83	48,31	4,43
	53	0,8	Живлення	100,00	58,15	15,10	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	13,47	24,59	60,70	5,70	54,15	
			Магнітний продукт	86,53	63,38	8,00	94,31	45,84	4,42
	53	0,9	Живлення	100,00	58,60	14,06	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	10,71	21,10	65,00	3,86	49,51	
			Магнітний продукт	89,29	63,11	7,95	96,16	50,49	4,95
Проба 2	53	0,8	Живлення	100,00	57,25	17,40	100,00	100,00	
			Немагнітний продукт	35,95	44,05	37,77	27,66	78,02	
			Магнітний продукт	64,05	64,66	5,97	72,34	21,98	3,05

Параметри роботи ролер-преса

Параметри	Розмірність	Умови роботи дробарки	
		1	2
Вологість живлення	%	3,0	3,0
Розмір щілини	мм	3,0	3,0
Гідравлічний тиск	Бар	93,2	95,9
Питомий тиск	кН/м ²	5012,2	5161,6
Швидкість обертання валків	м/сек	14,9	14,9
Швидкість	м/сек	0,5	0,5
Пропускна спроможність	т/год	26,0	27,0
Потужність	кВт	44,6	42,4
Питома витрата енергії	кВт*г/т	1,7	1,6

Послідовність проведення досліджень по збагаченню руди дробленої в ролер-пресі, відповідала послідовності при дробленні її в щоковій та валковій дробарці.

Було проведено попереднє магнітне збагачення досліджуємої проби крупністю 1-0 мм при напруженості поля 1,0 Тл. Аналіз отриманих результатів (табл. 5) показує, що застосування магнітної сепарації в крупності 1-0 мм дозволяє виділити в відходи 32,21% по виходу немагнітного продукту, при вмісті заліза загального 9,55%. Вміст заліза у магнітному продукті склав 49,38%. При цьому має місце перерозподіл кварцу, вміст якого у немагнітному продукті склав 85,4% проти 46,01% у вихідній руді.

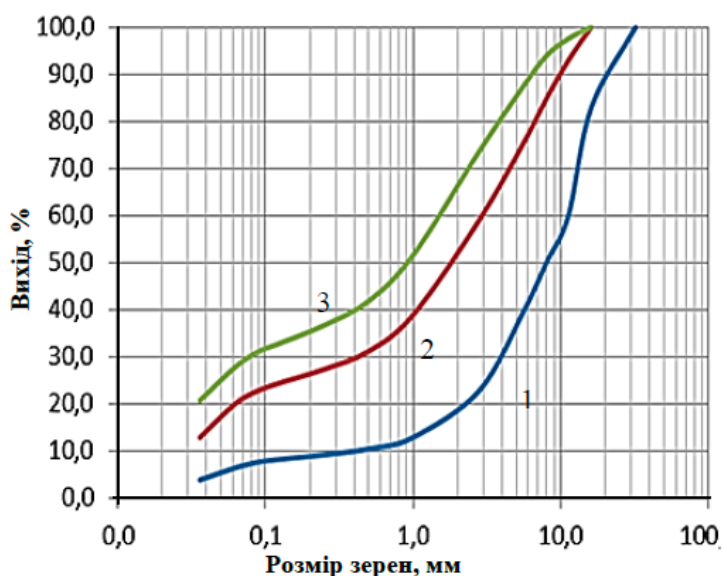


Рис. 2. Гранулометричний склад живлення та продуктів дроблення після ролер-пресу:
1 – живлення; 2 – перша стадія дроблення; 3 – друга стадія дроблення

Таблиця 5

Результати магнітної сепарації вихідної проби руди крупністю 1-0 мм

Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід %	Fe _{заг} %	SiO ₂ %	Вилучення Fe _{заг} %	Вилучення SiO ₂ , %
1,0	Живлення	100,00	36,55	46,01	100,00	100,00
	Немагнітний продукт	32,21	9,55	85,40	8,42	59,78
	Магнітний продукт	67,79	49,38	27,30	91,58	40,22

Отриманий магнітний промпродукт було подрібнено до крупності 150-0 мкм та направлено на першу стадію високо інтенсивної магнітної сепарації на розділення при індукції магнітного поля 1,0 Тл (табл. 6).

Таблиця 6

Результати високо інтенсивної магнітної сепарації подрібненого магнітного промпродукту крупністю 150-0 мкм

Вихідний матеріал	D ₈₀ мкм	Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід, %	Fe _{заг} %	SiO ₂ %	Вилучення Fe _{заг} %	Вилучення SiO ₂ %	SI
Магнітний промпродукт	150	1,0	Живлення	100,0	49,4	27,88	100,0	100,0	3,9
			Немагнітний продукт	19,60	16,7	74,00	6,62	52,01	
			Магнітний продукт	80,40	57,4	16,64	93,38	47,99	

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування даного значення індукції для магнітного збагачення руди дозволило отримати магнітний продукт з вмістом заліза загального 57,4% при вилученні його від операції 93,38%.

Магнітний продукт першої стадії високо інтенсивної магнітної сепарації було направлено на подрібнення до крупності 53-0 мкм та на другу стадію високо інтенсивної магнітної сепарації на розділення при індукції магнітного поля 1,0 Тл (табл. 7).

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування даного значення індукції для магнітного збагачення руди дозволило отримати магнітний продукт (концентрат) з вмістом заліза загального 65,5% при виході 78,17% та вилученні його від операції 89,32%.

Результати високо інтенсивної магнітної сепарації подрібненого магнітного продукту першої стадії високо інтенсивної магнітної сепарації крупністю 53-0 мкм

Вихідний матеріал	D ₈₀ мкм	Індукція магнітного поля (Тл)	Продукт	Вихід, %	Fe _{заг} %	SiO ₂ %	Вилучення Fe _{заг} %	Вилучення SiO ₂ %	SI
Магнітний продукт I стадії вмс	53	1 Тл	Живлення	100,00	57,3	16,83	100,00	100,00	-
			Немагнітний продукт	21,83	28,1	57,87	10,68	75,06	5,0
			Магнітний продукт	78,17	65,5	5,37	89,32	24,94	

Висновки

Таким чином, дроблення досліджуваних гематитових руд в ролер-пресі, в порівнянні з послідовним їх дробленням в щоковій та валковій дробарках до ідентичної крупності, дозволяє при подальшому збагаченні отримати підвищення: виходу кінцевого концентрату від операції на 2,88%, вмісту заліза загального на 1,48% та вилучення на 5,99%. Напрямок подальших досліджень, є подальше підвищення якості отриманого концентрату.

© Олейник Т.А., Николаенко П.К., Николаенко К.В., 2019

Надійшла до редколегії 27.05 2019 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І Піловим

УДК 622.73

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21339.92962>

А.М. ШЕВЕЛЁВА,

А.Д. ИГНАТЬЕВ

(Украина, Днепр, ИТМ НАНУ и ГКАУ)

РАСЧЕТ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ЭЖЕКТОРА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ ПО ОСИ РАЗГОННОЙ ТРУБКИ

Введение. Эффективное управление газовым потоком – один из способов повышения качества процесса в струйном технологическом оборудовании.

Организация управления может осуществляться за счет геометрических и газодинамических воздействий [1]. Одна из наиболее перспективных схем управления – применение дополнительных потоков с варьируемыми параметрами [2].

Цель работы. Данная работа посвящена изучению влияния дополнительной струи газа, направленной по оси разгонной трубки, на скорость смешанного потока на выходе из эжектора при различных значениях давлений на входе