

5. Пат. 105550 Україна, МПК В02С 17/22 Футерівка барабанного млина / В.І. Дирда, В.О. Калашніков, Л.Г. Головка, Є.В. Калганков, І.В. Хмель, О.В. Стойко, І.М. Цаніді. - u2015 09188; заяв. 24.09.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл.№ 6. – 4 с.

6. Пат. 78397 Україна, МПК В02С 17/22 Футерівка барабанного млина / В.О. Калашніков, Л.Г. Головка, О.В. Стойко. - u2012 14920 ; заяв. 26.12.2012; опубл. 11.03.2013, Бюл.№ 5. – 6 с.

УДК 622.7

## ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТОНКОГО ГРОХОЧЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЮ ЗБАГАЧЕННЯ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ

Т.А. Олійник<sup>1</sup>, Л.В. Скляр<sup>2</sup>, Н.В. Кушнірук<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор технічних наук, професор кафедри збагачення корисних копалин і хімії, Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: [taoliyuk@gmail.com](mailto:taoliyuk@gmail.com)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри збагачення корисних копалин і хімії, Криворізький національний університет» м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: [lyuda.cuclina@gmail.com](mailto:lyuda.cuclina@gmail.com)

<sup>3</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри збагачення корисних копалин і хімії, Криворізький національний університет» м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: [kushniruk-natalia@ukr.net](mailto:kushniruk-natalia@ukr.net)

**Анотація.** В роботі проведено теоретичне дослідження можливості застосування тонкого просівання на останній стадії збагачення для виробництва концентрату з масовою часткою заліза не менше 68,0% на секціях Північного гірничо – збагачувального комбінату.

*Ключевые слова:* магнетитові кварцити, тонке грохочення, підвищення якості, залізний концентрат, вихід.

## RATIONALE FOR THE INTRODUCTION OF FINE COAGULATION IN THE ENRICHMENT TECHNOLOGY OF MAGNETITE QUARTZITES

Tatiana Oliynyk<sup>1</sup>, Lyudmila Skliar<sup>2</sup>, Natalia Kushniruk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Professor Department of Mining and Chemistry, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: [taoliyuk@gmail.com](mailto:taoliyuk@gmail.com)

<sup>2</sup>Ph.D., Associate Professor, Department of Mining and Chemistry, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: [lyuda.cuclina@gmail.com](mailto:lyuda.cuclina@gmail.com)

<sup>3</sup>Ph.D., Associate Professor, Department of Mining and Chemistry, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: [kushniruk-natalia@ukr.net](mailto:kushniruk-natalia@ukr.net)

**Abstract.** This paper presents the theoretical study of the possibility of applying fine screening in the last stage of processing for concentrate production with a mass fraction of iron of at least 68.0% in the sections of the Northern Mining and Processing Plant.

*Keywords:* magnetite quartzite, fine screening, quality improvement, iron concentrate, mass recovery.

**Вступ.** На сьогодні актуальною проблемою для гірничо-металургійної галузі світу, і зокрема нашої країни є підвищення конкурентоспроможності товарної продукції. У сучасних умовах жорсткої конкуренції більшість гірничо-збагачувальних підприємств ведуть пошук високоефективних технологій для удосконалення своїх виробничих потужностей. Одним зі шляхів вирішення даної задачі є впровадження операції тонкого грохочення.

В даний час в Україні працюють 5 гірничо-збагачувальних комбінатів і гірничо-збагачувальний комплекс у складі ВАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" з переробки магнетитових кварцитів. Для визначення можливості впровадження операції тонкого грохочення в технологію збагачення магнетитових кварцитів з використанням високочастотних грохотів були проведені дослідження на рудах "АрселорМіттал Кривий Ріг", ПІВДГЗК, ПІВНГЗК, які показали можливість підвищення вмісту заліза в магнетитових концентраті від 1,7% до 2,7% [1-4].

Так для підвищення якості залізородного концентрату на збагачувальній фабриці гірничо-збагачувального комплексу "АрселорМіттал Кривий Ріг" застосували тонке грохочення та розробили два варіанти технологічних схем: 1 – з тонким грохоченням у відкритому циклі; 2 – з тонким грохоченням в замкнутому циклі подрібнення. На сьогодні для збагачувальної фабрики №2 ГЗК "АрселорМіттал Кривий Ріг" розроблена проектна документація для реконструкції секції № 10 за схемою із застосуванням тонкого грохочення у відкритому циклі [1].

В умовах АТ "ПІВДГЗК" проведені полупромислові випробування по двох стадіальній технологічній схемі з заміною операції класифікації в гідроциклонах на класифікацію з використанням технології тонкого грохочення на грохотах Derrick. Випробування проводилися як за технологічною схемою, з додатковими технологічними операціями в схемах (магнітна сепарація II і IV стадій, дешламації перед подрібненням, а також з використанням різних комбінацій просічних поверхонь на грохотах Derrick. У ході напівпромислових випробувань в результаті застосування технології тонкого просівання був отриманий концентрат з масовою часткою Fe заг. більше 67 %. Концентрат з таким вмістом було отримано як по 3-х стадіальній схемі, так і 2-во стадіальній схемі.

На ПІВНГЗК проводили випробування з впровадження тонкого грохочення в замкнутому циклі з заміною операції класифікації в гідроциклонах на класифікацію з використанням тонкого грохочення на грохотах Derrick. Очікуваний результат - збільшення випуску концентрату, що містить 66 % заліза. Однак, дана технологія не дає можливості підвищення якості концентрату [2-4].

Мета роботи. Розглянути можливість використання тонкого грохочення для виробництва концентрату з масовою часткою заліза не менше 68,0 % на секціях РЗФ-1 ПРАТ "ПІВНГЗК".

Матеріал та результати досліджень. Лабораторні дослідження проводили на рудах поточного видобутку. За мінеральним складом вихідна руда ПРАТ "ПІВНГЗК" представлена кварцом 49,9 %, магнетитом -32,35 %. Гематит, кальцит, силікати складають 17,75 %. Коефіцієнт розкриття мінералів в пробі руди низький, становить для кварцу 6,44 %, магнетиту -5,53 %, гематиту – 6,87 %. У процесі збагачення збільшується розкриття мінералів за стадіями. Найбільша кількість розкритих мінералів спостерігається у IV стадії магнітної сепарації. Аналіз мінерального складу концентрату магнітної сепарації четвертої стадії показав, що продукт представлено на 84,97 % магнетитом. Вміст нерудних мінералів у даній пробі 13,3 %. Вільного кварцу приблизно 8 %, він знаходиться у зростках. Коефіцієнт розкриття мінералів у матеріалі проби концентрату магнітної сепарації четвертої стадії наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Коефіцієнт розкриття мінералів в матеріалі проби концентрату магнітної сепарації четвертої стадії

Кварц	Магнетит	Гематит	Кальцит	Силікати	Пірит	Інші	Середнє
38,22	79,01	83,87	79,56	74,72	37,71	74,85	66,85

Хімічний склад концентрату магнітної сепарації четвертої стадії наведено у таблиці 2. У пробі продукту четвертої стадії магнітної сепарації класи крупності мінус 0,045 мм містять заліза від 67,42 %. Вихід цього класу дорівнює 94,23 %.

Результати дослідження підтвердили доцільність впровадження високочастотного грохоту після 4 стадії магнітної сепарації з розсівом за класом 0,045 мм. Аналіз результатів показав, що підвищення заліза в підрешетному продукті може бути підвищено вище 67,0 %. Перед тонким грохоченням передбачена операція розмагнічування, яка дозволяє дефлокулювати продукти. Це, по-перше, збільшує ефективність грохочення, по-друге, звільняє захоплені нерудні зерна з флокулами, а також покращує процес фільтрування.

**Таблиця 2 - Хімічний склад концентрату магнітної сепарації IV стадії**

Продукт	Найменування		Гранулометричний склад та масова частка заліза за класами крупності					Вихід
								Fe в пробі
								Fe маг у пробі
			+0,14	-0,14 +0,07	-0,07 +0,056	-0,056 +0,045	-0,045	
Піски МД 2 стадії	Вихід класу, %		1,11	5,27	6,1	7,99	79,55	100,0
	Масова частка Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,%	63,15	23,26	29,01	47,27	60,16	67,53	63,19
	Fe маг,%%	58,30	17,52	18,07	40,72	57,12	62,98	58,29
Концентрат 4 стадії	Вихід класу, %			0,69	2,00	3,14	94,23	100,0
	Масова частка Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,%	65,01		17,73	21,53	37,95	67,42	65,26
	Fe маг,%%	60,00		14,16	18,44	32,76	62,26	60,15

Приріст масової частки заліза в підрешетний продукт становить понад 1,5 %. Так як живий перетин сита з літературних джерел становить від 32 до 43 %, то в надрешітному продукті присутня значна кількість дрібних класів. Цим же пояснюється і висока масова частка заліза в надрешітному продукті 63,96 %. Тому в запропонованій схемі обов'язкова установка класифікації надрешітного продукту в гідроциклоні. Піски гідроциклону направляються на іншу секцію в 3-стадію подрібнення. Для отримання концентрату з масовою часткою заліза 68 % необхідна п'ята стадія магнітної сепарації.

**Висновки.** Згідно з результатами проведених досліджень на рудах поточного видобутку ПівнігЗК при повному впровадженні операції тонкого грохочення на високочастотних грохотах після IV стадії магнітної сепарації можливо випуск високоякісного та конкурентоспроможного на залізорудному ринку концентрату зі вмістом заліза більше 68,03 %, 26,08 % за виходом і вилученням 50,19 %. Піски класифікації 15,26 % по виходу з якістю 63,03 % і вилученням 27,21 % допрацьовуються на іншій секції з отриманням якістю концентрату 65,5 %. Вихід концентрату складає 13,74 %, сумарний вихід товарного продукту становить 39,82 %, вилучення 75,65 %.

Рекомендується виконати ТЕО і провести більш глибокі дослідження з розробки оптимального режиму грохочення і впровадження тонкого грохочення на кінцевій стадії збагачення.

---

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ширяев А.А. Применение тонкого грохочения для повышения качества железорудного концентрата на обогатительной фабрике горно-обогатительного комплекса "Арселор-Миттал Кривой Рог" / А.А. Ширяев, Е.Н. Нескоромный, А.И. Мироненко, С.А. Самохина, С.С. Старых // Вісник КНУ. – Кривой Рог, 2013.
2. Хміль І.В. Виробництво залізорудного концентрату в умовах РЗФ-1 ПАТ ПІВНГЗК з впровадженням у технологію збагачення операції тонкого грохочення / І.В. Хміль, О.В. Булах, О.Л. Костючик // Гірничий вісник. – № 97 – Кривий Ріг: КНУ, 2014. – С. 226-231.
3. Булах О.В., Хміль І.В., Булах О.О. Тонке грохочення як перспективний метод підвищення ефективності збагачення магнетитових кварцитів // Гірничий вісник. – 2015. – № 100. – С. 102-105.
4. Булах О.В. Визначення доцільності використання операції тонкого грохочення при збагаченні магнетитових кварцитів // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2017. – Вип. 67(108). – С. 49-56.
5. Пелевин А.Е. Тонкое грохочение и его место в технологи обогащения железных руд // Известия вузов. Горный журнал – 2011. – № 4. – С. 111-117.

УДК 621.314.5

### СИНУС-ФИЛЬТР НАПРЯЖЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ: ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**М.Ю. Пустоветов**

кандидат технических наук, инженер кафедры технологии машиностроения, Технологический институт (филиал) Донского государственного технического университета, г. Азов Россия, e-mail: [mgsn2006@yandex.ru](mailto:mgsn2006@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе проведено исследование посредством компьютерного моделирования свойств синус-фильтра напряжения повышенной частоты при различных параметрах фильтра и системы электроснабжения, элементом которой он является. Даны рекомендации по выбору параметров фильтра и системы электроснабжения для наилучшего соблюдения электромагнитной совместимости.

*Ключевые слова:* синус-фильтр, система электроснабжения, преобразователь частоты, компьютерное моделирование.