

8. Крячко Г.Ю. Пространственная неравномерность восстановления кремния и развитие критических явлений в горне доменной печи / Г.Ю.Крячко // Известия вузов. Черная металлургия. – 2005. – № 5. – С.16-19.
9. Исследование взаимосвязи между температурой в шахте доменной печи и параметрами процесса / Б.П.Довгалюк, А.И.Парфенов, Н.М.Ярошенко [и др.] // Сталь. – 1975. – № 12. – С.1073–1075.

Поступила в редколлегию 19.12.2011.

УДК 669.162

РУДЕНКО М.Р., к.т.н., доцент
МУСІЄНКО К.А., к.т.н., доцент
РУДЕНКО Р.М., студент
КУНДІРЕНКО Г.В., студент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФЛЮСІВ В УМОВАХ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ЦЕХУ ПАТ «ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТКОМБІНАТ»

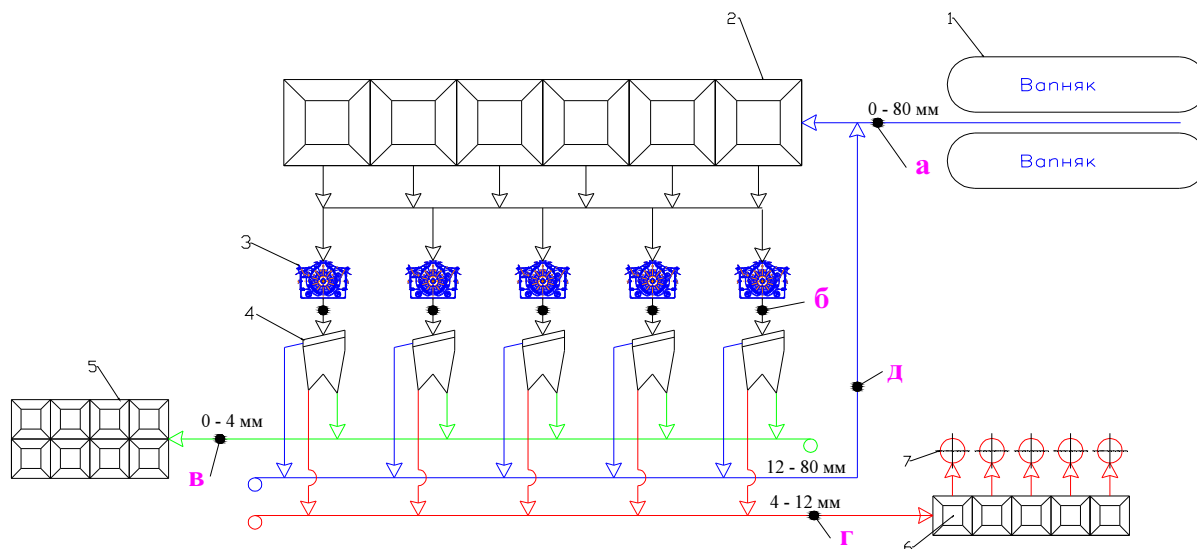
Вступ. Стан агломераційного виробництва ПАТ «Дніпровський меткомбінат» характеризується інтенсивним залученням у металургійну переробку тонкозернистих матеріалів – концентратів і залізовмісних відходів металургійних виробництв – з явною тенденцією безперервного підвищення їхньої частки в аглошихті. Зменшення крупності шихти з уведенням зазначених матеріалів супроводжується погіршенням її газопроникності й зниженням продуктивності агломашин. Додавка кожних 10 % концентрату в шихту за даними [1] знижує продуктивність агломераційних машин на 2,6-3,3 %. Вапно – продукт випалення вапняку – широко застосовується при різних способах згрудкування залізорудної сировини як інтенсифікатор процесу спікання на багатьох аглофабриках СНД.

На витрату твердого палива в агломераційному процесі великий вплив має якість підготовки компонентів шихти (дроблення, здрібнювання, усереднення), а також її змішування й згрудкування. Підвищення сталості хімічного складу шихтових матеріалів забезпечує стабілізацію процесу спікання й зниження витрати палива. У зв'язку з тенденцією, що намітилася у світовій практиці агломераційного виробництва, питання підвищення частки тонкодисперсних концентратів у шихті, підготовки флюсу набувають великого значення. Встановлено, що зменшення верхньої межі крупності флюсів до 0,003 м забезпечує повнішу взаємодію флюсу із залізорудною частиною шихти.

Постановка задачі. Метою роботи є дослідження технології здрібнювання сирих флюсів в молоткових дробарках роторного типу, визначення ситового складу вапняку на різних етапах підготовки, ефективності роботи поверхонь, що просівають.

Методика досліджень. У бункери молоткових дробарок агломераційного цеху надходить вапняк крупністю $0 \div 0,080$ м. Стадію дроблення здійснюють у п'яти молоткових дробарках типу ДМРІЕ 14,5×1,3–1000. Продукт дроблення розсіюється на три фракції. Фракція $0 \div 0,004$ м надходить у бункери шихтового відділення. Фракція $0,004 \div 0,012$ м надходить у відділення випалу вапняку і $> 0,0012$ м повертається на повторне дроблення. При зупинці випалювальних машин фракція $0,004 \div 0,012$ м надходить на повторне дроблення. Після дроблення вапняк розсіюється на вібраційних грохотах типу ГТ-42 з поверхнею, що просіває, типу плетене решето, закріплене в коробі.

Продуктивність грохоту для дробленого вапняку звичайного – 50 т/год. Схему ланцюгу апаратів наведено на рис.1.



- 1 – штабель вапняку; 2 – бункера молоткових дробарок; 3 – молоткова дробарка;
 4 – ГИТ-42; 5 – бункера шихтового відділення для вапняку крупністю 0÷4 мм;
 6 – бункера обпалювальних машин для вапняку крупністю 4÷12 мм;
 7 – обпалювальна машина кільцевого типу з площею обпалу 13,5 м²
 а, б, в, г, д – позначення точок відбору проб

Рисунок 1 – Схема ланцюгу апаратів підготовки вапняку в умовах ПАТ «Дніпровський меткомбінат»

На різних етапах підготовки досліджувався гранулометричний склад вапняку з метою визначення якості дроблення і просівання та факторів, що впливають на них. Після грохочення кожна фракція (0÷0,004 м, 0,004÷0,012 м і > 0,012 м) піддавалася розсіву в період терміну експлуатації поверхні, що просіває.

Результати досліджень. Були проведені дослідження фракційного складу вапняку звичайного, що надходять з рудного двору. Хімічний склад сировини наведено в табл.1. Проби відбиралися з конвеєра (на рис.1 місце відбору проб – а). Результати наведені на рис.2.

Таблиця 1 – Хімічний склад вапняків

Матеріал, родовище	Хімічний склад, %						
	CaO	MgO	SiO ₂	S	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	W
Вапняк-ракушняк, Негін	53,000	1,780	0,780	0,042	6,400	0,190	6,80
Вапняк Великий Анадоль	54,900	0,6100	0,280	0,020	–	–	0,400

Встановлено крупність вапняку звичайного після дроблення (рис.3; місце відбору проб на рис.1 – б), середньозважений діаметр дробленої фракції і ступінь дроблення наведено в табл.2.

Після дроблення вапняк потрапляє на грохот вібраційний типу ГИТ-42. Кут нахилу поверхонь грохоту, що просівають, до горизонту – 25°. Ширина отворів поверхонь, що просівають: верхньої – 0,012 м, нижньої – 0,004 м. Живий перетин поверхні, що просіває, верхнього сита становить 64 % нижнього – 57 %. Ефективність просівання по фракції 0÷0,004 м становить 96,12%.

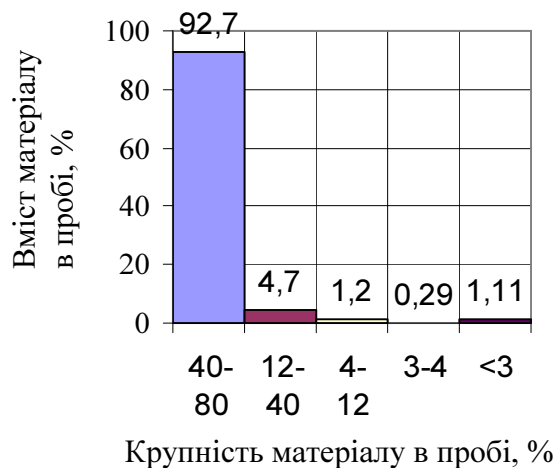


Рисунок 2 – Ситовий склад вапняку звичайного, що надходить на склад комбінату

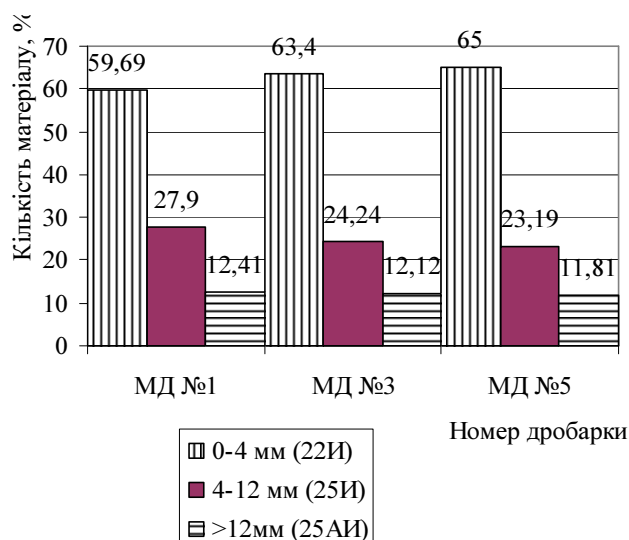
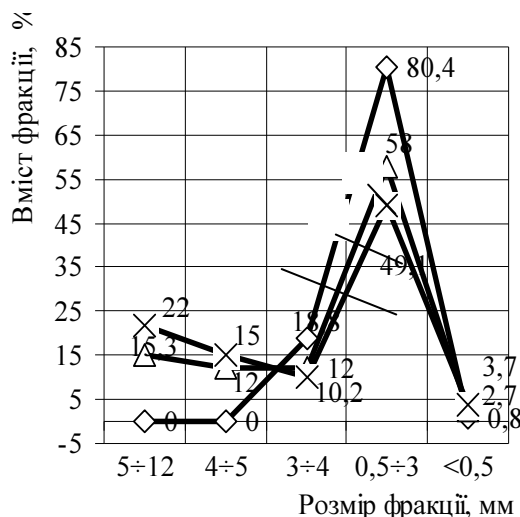


Рисунок 3 – Крупність вапняку звичайного після дроблення в молоткових дробарках №1, №3 і №5

Таблиця 2 – Результати розрахунків показників дроблення вапняку в молоткових дробарках № 1, №3 і №5

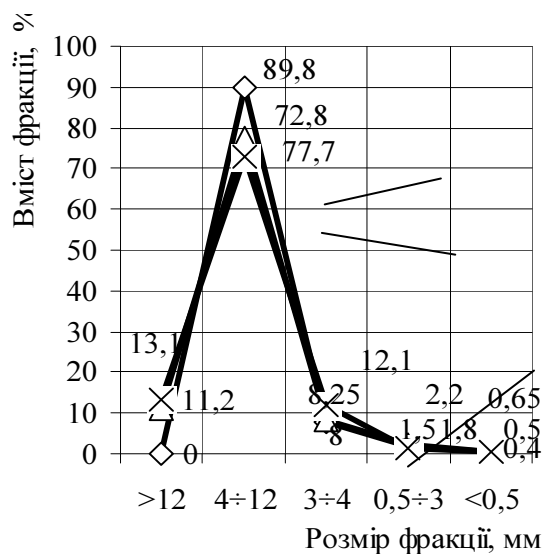
Показник	Номер дробарки молоткової		
	№1	№3	№5
Середньозважений діаметр, $\times 10^{-3}$ м	9,13	8,79	8,58
Ступінь дроблення	8,76	9,10	9,33

Для визначення якості просівання та факторів, що впливають на нього, визначали гранулометричний склад вапняку кожної фракції (0÷0,004 м, 0,004÷0,012 м і > 0,012 м; місце відбору проб на рис.1 – в, г, д відповідно) в період експлуатації поверхні, що просіває. Результати наведені на рис.4-6.



цифри біля кривих – кількість діб експлуатації поверхні, що просіває

Рисунок 4 – Розсів вапняку крупністю 0÷0,004 м (місце відбору на рис.1 – в)



цифри біля кривих – кількість діб експлуатації поверхні, що просіває

Рисунок 5 – Розсів вапняку крупністю 0,004÷0,012 м (місце відбору на рис.1 – г)

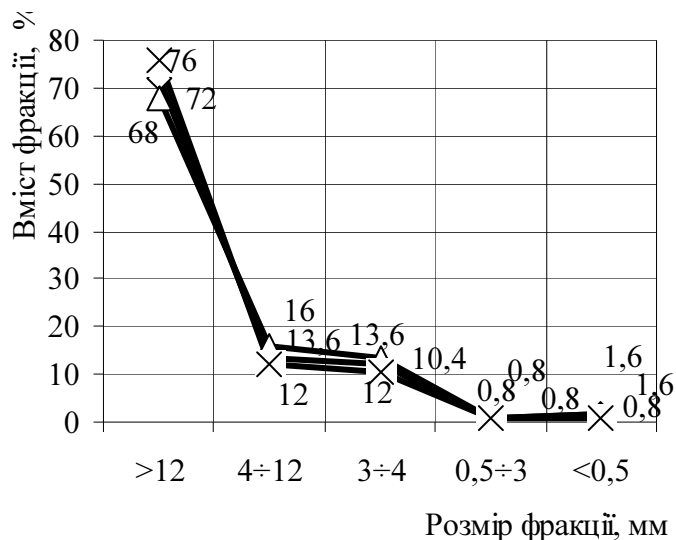


Рисунок 6 – Розсів вапняку крупністю 0,012÷0,040 м (місце відбору на рис.1 – д)

Установлено, що через низьку якість дротового сита відбувається руйнування поверхні й зростає кількість некондиційної фракції: 0,003÷0,005 м – до 15% і 0,005÷0,012 м – до 22%, що є неприпустимим (допускається вміст фракції > 0,003 м до 3%) (рис.4). Певна кількість надрешіткового продукту надходить через отвори, що утворилися в ситах, у підрешітковий продукт.

Розсів вапняку крупністю 0,004÷0,012 м знижується з 89,8 до 72,8 %, частина великої фракції йде у фракцію 0÷0,004 м (рис.5).

Аналогічна картина спостерігається й по розсіву фракції 0,012÷0,040 м. Її вміст знижується з 76% до 68% (рис.6), що теж свідчить про відхід у фракцію 0÷0,004 м. Це підтверджує стан поверхонь сита, що просівають (рис.7), які були в роботі 5 діб. Сито в задовільному стані. Після 30 діб експлуатації видно невеликі отвори поверхні, що просіває (рис.7, б). А після 40 діб (рис.7, в) зруйнована значна частина сита.

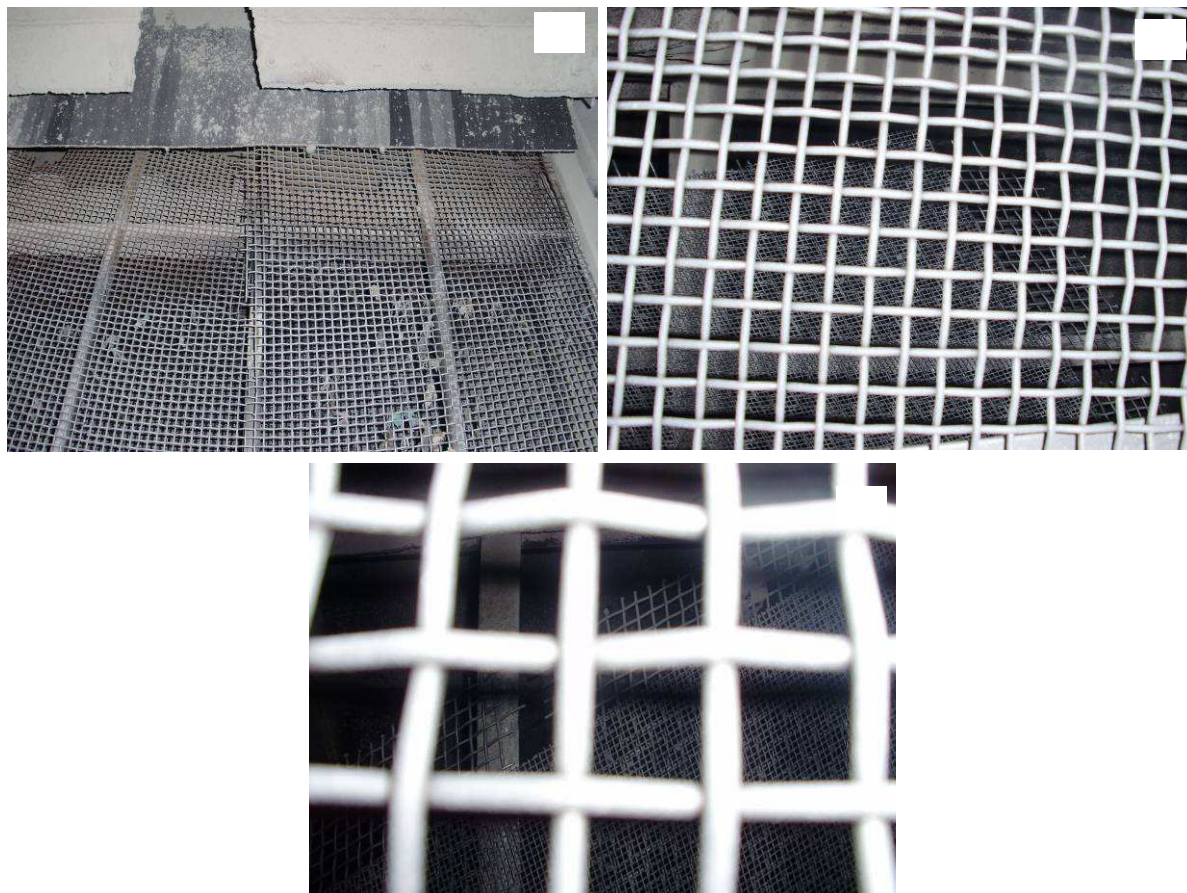


Рисунок 7 – Стан поверхні, що просіває, дводечного вібраційного грохоту після 5 (а), 30 (б) і 40 (в) діб експлуатації відповідно

Заміна на грохотах сит з вічком розміром 0,003×0,003 м на сита з вічком 0,004×0,004 м сприяла збільшенню продуктивності грохотів на 10-20% і підвищенню терміну служби.

Агломераційний цех використовує як флюс також вапняк-ракушняк родовища Негін. Період роботи дробарки й грохотів на вапняк-ракушняку Негін не дозволив провести дослідження. Молоткова дробарка № 1 подрібнювала вапняк-ракушняк 40 хв., № 3 – 20 хв. і дробарка № 5 – 75 хв. Після цього вся колосникова решітка була забита, і дробарка зупинена на очищення. Відразу після початку дроблення було зроблено розсівання проб матеріалу згідно з рис.1: у точці «в» – фракція 0÷0,004 м, «г» – фракція 0,004÷0,012 м і фракція більше 0,012 м у точці «д». Результати наведені на рис.8.

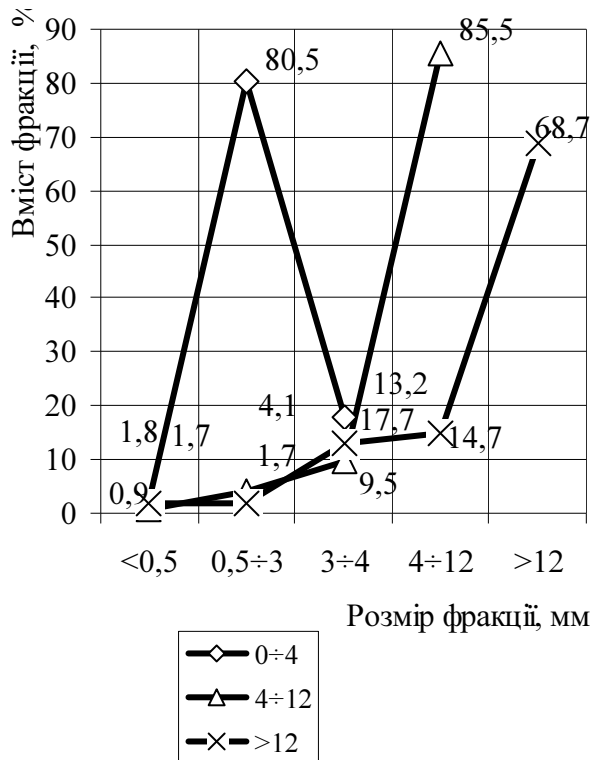


Рисунок 8 – Розсів вапняку-ракушняку після дроблення в молотковій дробарці

Встановлено, що фракція 0÷0,004 м на 80,5% представлена фракцією 0,0005÷0,003 м, 17,7% – 0,003÷0,004 м і менше 0,0005 м – 1,8%. Фракція 0,004÷0,012 м складається на 85,5% з фракції 0,004÷0,012 м, на 9,5% – 0,003÷0,004 м і з фракції від 0,003 м і менше – до 5%. Фракція, яка йде на подрібнення, складається на 68,7% із крупності більше 0,012 м. У цей потік надходить 14,7% 0,004÷0,012 м і менше 0,004 м – до 16,6%.

Таким чином встановлено, що вібраційний грохот працює із украй низькою ефективністю, яка дедалі погіршується через те, що поверхня, яка просіває, забита вологим вапняком-ракушняком.

Для підвищення якості розсівання вапняків пропонуються поверхні, що просівають, плетені із дроту круглого або плоского перетину, змінної прямої й хвилястої форми в горизонтальній площині, з натяжними гаками або без них. Розмір вічка – від 0,002 до 0,0224 м. Товщина дроту круглого перетину – 0,00125÷0,005 м, плоского перетину – 0,0022×0,0044 м ÷ 0,0045×0,009 м. Матеріал – пружинна хромиста або хромонікелева сталь. Поперечні з'єднання в Triplast (рис.9) виконані з поліуретану.

Застосування поперечних з'єднань із поліуретану забезпечує триваліший термін служби й різновекторні коливання для одержання ефекту самоочищення. Існує також можливість виконання сит Triplast у вигляді модулів для установки на підситник Kombiplast або разом з панелями Kombiplast (рис.10). Установка такої поверхні дозволяє подовжити термін роботи грохота шляхом заміни тільки однієї зношеної панелі.

Нині поліуретанові поверхні одержали визнання в різних галузях. З 100 нових інсталяцій грохотів у світі 9 доводиться на металеві сита, 16 – гумові й 74 – поліуретанові. Основними перевагами поліуретанових просіваючих поверхонь є термін служби (через велику товщину рівної поверхні панелі та рівномірність зношування) і ефективність просівання (через стабільність поведінки, надійність фіксування, необхідну твердість, точність витримування форми).

Нині поліуретанові поверхні одержали визнання в різних галузях. З 100 нових інсталяцій грохотів у світі 9 доводиться на металеві сита, 16 – гумові й 74 – поліуретанові. Основними перевагами поліуретанових просіваючих поверхонь є термін служби (через велику товщину рівної поверхні панелі та рівномірність зношування) і ефективність просівання (через стабільність поведінки, надійність фіксування, необхідну твердість, точність витримування форми).

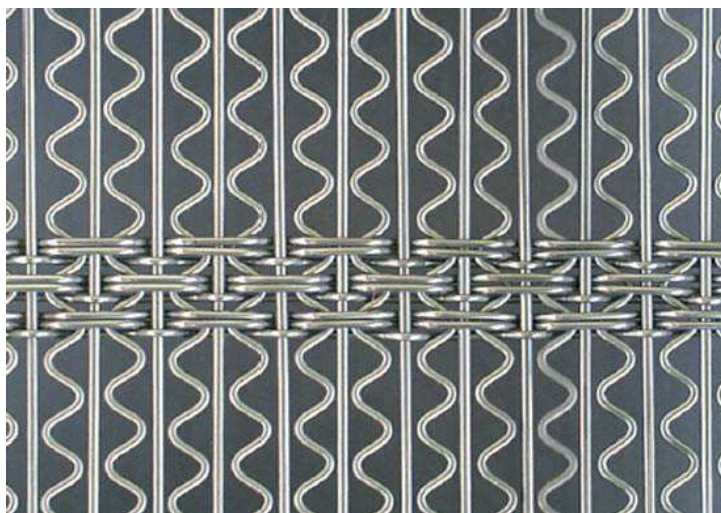


Рисунок 9 – Плетені сита TRIA для просівання вологих і матеріалів, що важко розділяються

Для просівання вапняку пропонуються модульні сита системи UNI 2000. Вони кріпляться до опорної конструкції за допомогою спеціальних опорних монтажних брусів, що робить їх сумісними з іншими модульними системами. Ширина модулів 0,15 м або 0,30 м, довжина – до 1,20 м. Сита й монтажні бруси також виконані із зносостійкого поліуретану (рис.10).



Рисунок 10 – Модульні системи поверхонь, що просівають, з поліуретановими поверхнями

На формування вартості впливає безліч факторів, але основними є розмір грохоту, обсяг замовлення та клас поділу матеріалу. Так, орієнтовна ціна за 1 м² поверхні системи UNI 2000 (EXW Німеччина) для класу поділу близько 0,010 м становить 524 €.

Такі поверхні заслужено знайшли своє застосування для обробки різних матеріалів у багатьох країнах Європи. Серед підприємств компанії Steinhouse, які використовують поверхні, що просівають, можна назвати наступні:

- Corus (Нідерланди),
- Thyssen Krupp (Німеччина),

- Salzgitter (Німеччина),
- Cockerill (Німеччина),
- Sacilor (Франція),
- Voest (Австрія) і ін.

Висновки.

1. Установлено, що через низьку якість дрогового сита, що просіває, відбувається руйнування поверхні та зростання кількості некондиції у вапняку як компонента аглошихти фракції 0,004÷0,005 м до 15% і 0,005÷0,012 м – до 22%, що неприпустимо (допускається до 3%).
2. Використання вапняку-ракушняку Негін з підвищеною вологістю (близько 6%) призводить до значного налипання на колосникові решітки молоткової дробарки й поверхні, що просівають, вібраційного грохоту. Це призводить до погіршення якості дроблення й просівання, перевитрати матеріалів, що флюсують, та енергетичних ресурсів. Тому використання його при такій вологості недоцільне.
3. Важливим завданням поліпшення якості підготовки флюсу є чітке дотримання графіків ремонту, зниження коливання крупності вапняку в продукті за рахунок використання сучасних грохотів і поверхонь, що просівають.
4. Запропоновано сита плетені TRIA для просівання вологих і матеріалів, що важко розділяються. Ситові поверхні легко й швидко міняються та можуть використовуватися для матеріалів з підвищеною вологістю.
5. Запропоновано грохота з поліуретановими модулями. Вони мають час експлуатації в 15÷20 разів довший, ніж у дрогових сит і ефективність просівання вищу, ніж у гумових за рахунок меншої кількості мертвих зон.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сигов А.А. Агломерационный процесс / Сигов А.А., Шурхал В.А. – К.: Издательство «Техника», 1969. – 120с.

Надійшла до редколегії 20.12.2011.

УДК 669.184.244

СІГАРЬОВ Є.М., к.т.н, доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ОШЛАКУВАННЯ ФУТЕРІВКИ КОНВЕРТЕРА ІЗ КОМБІНОВАНИМ ПРОДУВАННЯМ

Вступ. Розширення сортаменту сталі, що виплавляється, поряд із підвищенням вимог до якості кінцевої продукції призвело до поширення використання та актуальності подальшого удосконалення технології комбінованого продування ванни у кисневих конвертерах. В той же час, використання комбінованого продування ванни призводить до ускладнення [1-3] умов служби футерівки стін та днища агрегату. Перемішування металу та шлаку струменями, що подають через донні фурми або дуттьові пробки, підвищує швидкість зносу днища та прилеглих дільниць, при цьому футерівка зношується нерівномірно – найбільша швидкість спостерігається у навколофурменній зоні днища [3].

Постановка задачі. Як встановлено дослідженнями топографії зносу футерівки по ходу кампаній конвертерів із верхньою продувкою [4], найбільші ускладнення у формуванні захисного шлакового гарнісажу шляхом роздування кінцевого шлаку струменями азоту виникають у зонах верхньої частини циліндра і конуса агрегату.